

**ANAIS DO WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO DA FACCAMP**  
**VOLUME 4 (2017)**  
**XIII WCF 2017**

ISSN 2446-6808

**CAMPO LIMPO PAULISTA**  
**21 e 22 de setembro de 2017**

## Apresentação

O Workshop de Computação da Faccamp (WCF) é um evento promovido pela Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) com o objetivo de reunir professores, pesquisadores, estudantes e profissionais interessados em pesquisa e aplicações na área de computação. O WCF, ao longo dos últimos anos, também tem sido mais uma oportunidade de troca de conhecimento e experiências entre os diferentes cursos de graduação na área de computação e o curso de mestrado em Ciência da Computação da FACCAMP.

Na abertura do XIII WCF, no dia 21 de setembro, será apresentada a palestra "O que eu gostaria de saber quando comecei minha carreira" ministrada pelo Me. Eder Ignatowicz, profissional com destacada trajetória em computação. Nos dias 21 e 22 de setembro serão apresentados os artigos que formam parte destes anais. Na edição deste ano, foram aceitos 12 artigos, entre artigos longos e curtos. Também foram aceitos 4 trabalhos que serão apresentados como *posters*. Cada um dos trabalhos foi revisado por, no mínimo, dois membros do Comitê do Programa. Os artigos aceitos apresentam trabalhos de pesquisa concluídos ou em andamento.

A FACCAMP e a Coordenação do Evento agradecem a todos os envolvidos, em particular, aos palestrantes e aos revisores dos artigos pela sua dedicação.

Desejamos a todos uma proveitosa e ativa participação durante os dois dias do *workshop*.

21 de setembro de 2017  
Campo Limpo Paulista (SP)

Ana Maria Monteiro  
Luis Mariano del Val Cura

## Índice

Impacto do Uso da Desigualdade Triangular para Acelerar o Algoritmo k-Means .....	1
<i>Maria Nicoletti</i>	
Princípios para elaboração de design de Objetos de Aprendizagem Móvel reutilizáveis acessíveis. ....	6
<i>João Roberto Ursino da Cruz and Ana Maria Monteiro</i>	
SQL-Portugol – Avaliando uma linguagem baseada em pseudocódigos para o ensino de SQL. ....	11
<i>João Roberto Ursino da Cruz, Wellington Barbosa Rodrigues and Alann Kelly Pirchiner Perini</i>	
Comparativo de desempenho na execução entre Linguagens de Programação .....	16
<i>Diego Batista Da Fonseca, Wellington Barbosa Rodrigues, João Roberto Ursino da Cruz and Alann Kelly Pirchiner Perini</i>	
Design Participativo na Identificação de Soluções IoT no Homecare de Idosos - Uma Revisão Sistemática .....	21
<i>Renata Gaspar and Rita Catini</i>	
Dimensionamento do Número de Redes Corporais Sem Fio (WBANs) para Estrutura de Rede do Tipo Cluster .....	29
<i>Robhyson Denys R. Da Silva and Shusaburo Motoyama</i>	
Uma Técnica de Encaminhamento de Pacotes Baseada em Caminhos de Menor Atraso Através das Estimativas da Taxa e Comprimento de Pacotes .....	37
<i>João Marcos Bueno Silva and Shusaburo Motoyama</i>	
Uso de Mineração de Dados para a Análise da Ligação entre Zika Vírus e Microcefalia .....	42
<i>Rodrigo Ramos and Ana Maria Monteiro</i>	
Acessibilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Pessoas com Deficiência Visual Através do uso de Softwares Leitores de Tela .....	47
<i>Ricardo Lobo, Michel Batista and Richard Semolini</i>	
Inferência Abdutiva Computacional para o Ensino de Química: uma Nova Perspectiva para Construção de Conceitos por Analogia .....	55
<i>Marcio Matsumoto and Osvaldo Oliveira</i>	
Mapeamento sistemático: aprendizagem com uso de dispositivos móveis ..	60
<i>Camila Leite, João Roberto Ursino da Cruz and Ana Maria Monteiro</i>	

NMRDB para atividades interativas investigativas com a informática química (cheminformatic) .....	65
<i>Alba D.Q. Ferreira, Bruna Souza, Gustavo H. Carvalho and Nicolas C. Scorpelini</i>	
Análise de estudo sobre aplicação da infraestrutura ágil com Docker e seus impactos na TI .....	73
<i>Tarsila Carvalho, Matheus Fidelis and Rafael Gross</i>	
Um estudo do comportamento, estrutura e padrões de invasão de malwares Web .....	74
<i>Alann Kelly Pirchiner Perini, Douglas Barbosa Sousa, Wellington Barbosa Rodrigues and João Roberto Ursino da Cruz</i>	
A Complexidade de Tempo dos Algoritmos de Ordenação MergeSort e QuickSort .....	75
<i>Emilio Carlos Rodrigues and Jeferson de Souza Dias</i>	
Interface gráfica adaptada e Raspberry PI para a inclusão digital de idosos	76
<i>Rafael G. Vasques and Adaní C. Sacilotti</i>	



## Comitê de Programa

Sandra Abib	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Tatiana Annoni Pazeto	Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
Cecilia Baranauskas	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Rodrigo Bonacin	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)
Marcos Borges	Faculdade de Tecnologia – ( FT-UNICAMP)
Heloisa de Arruda Camargo	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Luis Mariano Del Val Cura	Faculdade Campo Limpo Paulista ( FACCAMP)
Julio Cesar Dos Reis	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Cecília Mary Fischer Rubira	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Marcelo Guimaraes	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) e Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)
Estevam Rafael Hruschka	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Eduardo Javier Huerta Yero	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)
Mario Liziér	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar- Sorocaba)
João Fernando Mari	Universidade Federal de Viçosa (UFV – Paranaíba)
Nelson Mascarenhas	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Ana Maria Monteiro	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)
Shusaburo Motoyama	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)
M. C. Nicoletti	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Aurelio Oliveira	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Oswaldo Oliveira	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)
Emerson Carlos Pedrino	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Norton Roman	Universidade de São Paulo (EACH - USP)
Jose H. Saito	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Marta Ines Velazco Fontova	Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)

# Impacto do Uso da Desigualdade Triangular para Acelerar o Algoritmo k-Means

Maria do Carmo Nicoletti

Faculdade de Campo Limpo Paulista - FACCAMP  
Campo Limpo Paulista - SP, Brasil

{carmo@cc.faccamp.br}

***Abstract.** Clustering is one of the many ways to implement Machine Learning (ML), particularly in situations where the available training set has no information about the classes of the data instances. Among the many clustering algorithms, the k-Means stands up due, mainly, to the fact that usually works well and is easy to be implemented. The algorithm, however, is slow when used with a large volume of data. This paper investigates the use of the triangular inequality as a way to turn the algorithm faster.*

***Resumo.** Agrupamento é uma das muitas maneiras de implementar Aprendizado de Máquina (AM), particularmente em situações em que o conjunto de instâncias de dados disponibilizado não dispõe da informação sobre a classe das instâncias. Dentre os muitos algoritmos de agrupamento, o k-Means se destaca devido, principalmente, à sua simplicidade, facilidade de ser implementado e dos bons resultados que usualmente obtém. O algoritmo, entretanto, ainda é lento na prática, quando usado em grandes volumes de dados. Esse artigo investiga o uso de desigualdade triangular como uma maneira de tornar o algoritmo mais rápido.*

## 1. Introdução e Contextualização

Via de regra cada um, dentre os inúmeros algoritmos caracterizados como de Aprendizado de Máquina (AM), pertence uma das três subáreas de AM identificadas, respectivamente, como: (1) aprendizado supervisionado, (2) aprendizado não-supervisionado e (3) aprendizado semi-supervisionado. Cada uma dessas subáreas tem características bem definidas e agrega um conjunto de algoritmos apropriados (ver [Mitchell 1997] [Duda *et al.* 2001 [Witten *et al.* 2011] [Han *et al.* 2012] para um panorama geral das muitas diversificações dentro dessas áreas).

De particular interesse neste trabalho de pesquisa é a área de aprendizado não-supervisionado e, dentre as técnicas mais utilizadas em aprendizado não-supervisionado, a conhecida como agrupamento (*clustering*) é uma das mais populares e uma das que têm tido maior sucesso em aplicações do mundo real (ver [Theodoridis & Koutroumbas 1999] e [Duda *et al.*, 2001] para detalhes).

Dentre os muitos algoritmos de agrupamento disponíveis na literatura, aquele conhecido como k-Means [MacQueen 1967] [Lloyd 1982] é o principal objeto de estudo e investigação do projeto de pesquisa sendo conduzido e parcialmente descrito neste artigo, com vistas à investigação de uma técnica particular, para diminuir o tempo computacional de processamento desse algoritmo.

O k-Means, de uma maneira simplificada e objetiva, pode ser descrito como um procedimento que, dado um conjunto com  $N$  instâncias de dados (via de regra descritas como vetores de  $M$  valores, cada um deles associado a um atributo de um conjunto com  $M$  atributos), busca particionar o conjunto dado em  $k$  grupos, em que  $k$  é um parâmetro geralmente fornecido pelo usuário. Cada instância de dado vai pertencer ao grupo cujo protótipo (geralmente definido como a média das instâncias de dados do grupo) lhe for mais próxima. Esse procedimento induz o particionamento do espaço de dados no que é conhecido como diagramas de Voronoi [Reddy & Jana 2012].

O k-Means tem sido objeto de pesquisa e de tentativas de melhoramento de várias de suas características desde quando foi criado, fato que pode ser evidenciado por meio dos inúmeros trabalhos que investem nesse assunto, particularmente aqueles de descrevem propostas de algoritmos para a fase de inicialização do k-Means, como em [Bradley & Fayyad 1998] [Khan & Ahmad 2004] [Maedeh & Suresh 2013]), na promoção de sua escalabilidade, como em [Farnstron *et al.* 2000], para seu uso em dados com alta dimensionalidade [Sun & Wang 2012] e outros que investem em sua customização para uso em determinados tipos de aplicações, como aqueles descritos em [Montolio *et al.* 1992] e [Nieddu *et al.* 2011].

Particularmente, o trabalho de pesquisa em andamento investiga o impacto do uso da desigualdade triangular com vistas a acelerar o algoritmo K-Means, como sugerido em [Elkan 2003]. A Seção 2 apresenta o k-Means com mais detalhes e a Seção 3 introduz a motivação para o uso de desigualdade triangular [Elkan 2003], como recurso para acelerar o processamento computacional do k-Means. A Seção 4 finaliza o artigo apresentando os próximos passos pretendidos para a continuação do trabalho e a metodologia cogitada.

## 2. Uma Breve Descrição do Algoritmo k-Means

A descrição e o pseudocódigo do k-Means apresentados nessa seção foram baseados nas referências [Witten *et al.* 2011] e [Han *et al.* 2012]. No que segue o conjunto de  $N$  instâncias de dados a serem agrupadas é, de uma maneira geral, referenciado como  $CI = \{I_1, I_2, \dots, I_N\}$ , e cada uma das instâncias  $I_i$ ,  $1 \leq i \leq N$ , é descrita por valores associados a  $M$  atributos  $A_j$ ,  $1 \leq j \leq M$ . A Figura 1 apresenta um pseudocódigo simplificado do algoritmo k-Means, inspirado naquele encontrado em [Han *et al.* 2012].

Como entrada ao algoritmo k-Means são fornecidos o conjunto de instâncias  $CI$ , bem como um valor para o parâmetro  $k$ , que indica o número desejado de grupos que o agrupamento, a ser gerado pelo algoritmo, deve ter. Na sua fase de inicialização, que acontece uma única vez logo ao princípio de sua execução, o algoritmo k-Means padrão escolhe randomicamente  $k$  instâncias de  $CI$ , como os  $k$  centroides de grupos. As demais instâncias de  $CI$  são então atribuídas ao grupo (inicialmente contendo apenas o centroide), cujo respectivo centroide lhe seja mais próximo, por meio do cálculo da distância (euclidiana, geralmente) de cada instância, a cada um dos  $k$  centroides considerados.

Na sequência, a média dos valores de atributos que representam as instâncias que participam de cada grupo (isto é, os respectivos centroides de grupos) é calculada, os centroides são atualizados e todo o processo é repetido, com os novos centroides de grupos. O processo iterativo continua até atingir sua estabilidade que pode ser traduzida como a situação em que as mesmas instâncias de dados são atribuídas aos grupos aos quais já pertencem, em iterações consecutivas.

```

procedure k-Means(CI,k,AG)
Input: CI = {I1, I2, ..., IN}    %conjunto de instâncias de dados a serem agrupadas
           k                          % número de grupos a serem criados
Output: {G1,G2,...Gk}    %agrupamento formado por k grupos de instâncias de dados
begin
% fase de inicialização do algoritmo
% no passo (1) cada grupo é definido apenas pelo centroide
(1) escolha arbitrariamente k instâncias ∈ CI, como centroides dos grupos G1,G2,...Gk

% fase de indução do agrupamento
(2) repeat
(3) (re)atribuir cada instância Ii ∈ CI ao grupo cujo centroide que lhe seja mais próximo;
(4) atualizar os centroides de cada grupo, como a média os valores das suas instâncias
(5) until nenhuma alteração aconteça.
end.
return AG = {G1,G2,...Gk}
end_procedure

```

Figura 1. Pseudocódigo em alto nível do k-Means.

### 3. Da Conveniência do Uso da Desigualdade Triangular

O objetivo do uso da propriedade conhecida como desigualdade triangular, como comenta o autor da proposta em [Elkan 2003], é o de acelerar o k-Means padrão. O uso de tal propriedade vai permitir que muitos dos cálculos de distância, realizados pelo k-Means padrão, possam ser evitados, contribuindo, dessa forma, para acelerar o processo de indução do agrupamento desejado. A proposta contempla o uso da propriedade de duas maneiras distintas, subsidiadas por dois resultados teóricos, bem como de um monitoramento dos limites superiores e inferiores das distâncias entre instâncias e centroides de grupos.

Considerando que o número de instâncias de dados a serem agrupadas é  $N$ , que  $k$  seja o número de grupos a serem criados e que  $e$  representa o número de iterações necessárias para o algoritmo convergir, a complexidade em tempo do k-Means padrão é  $O(Nke)$ . Empiricamente,  $e$  cresce sublinearmente com  $k$ ,  $N$  e a dimensionalidade  $M$  das instâncias de dados.

O número de cálculos de distância realizados pelo k-Means é dado pelo produto  $Nke$ . A principal contribuição no uso da propriedade da desigualdade triangular para acelerar o k-Means padrão, como apontado em [Elkan 2003], está na diminuição do número de cálculos de distâncias que, na prática, passa a estar mais perto de  $N$  do que de  $Nke$ . Entretanto, é preciso que o algoritmo acelerado, k-Means\_AC, satisfaça três propriedades:

- (1) deve ser capaz de começar o processamento a partir de um grupo arbitrário de  $k$  centroides (de maneira que todos os métodos de inicialização possam continuar a ser usados);
- (2) se um mesmo conjunto inicial de centroides for utilizado, o k-Means\_AC deve sempre induzir os mesmos centroides finais, como acontece com o k-Means padrão e
- (3) deve ser capaz de usar qualquer métrica de distância (*i.e.*, não deve se restringir à otimização específica, por exemplo, da distância euclidiana). A condição (3), particularmente, é importante uma vez que muitas aplicações

usam uma métrica de distância específica ao domínio de dados da aplicação. Considere a notação e definições que seguem.

Seja  $X$  um conjunto. Uma métrica em  $X$  é uma função (chamada *função distância* ou apenas *distância*) definida como  $d: X \times X \rightarrow [0, \infty)$  e para todo  $x, y$  e  $z \in X$ , as seguintes propriedades são satisfeitas:

- (1)  $d(x,y) \geq 0$ ;
- (2)  $d(x, y) = 0 \leftrightarrow x = y$ ;
- (3)  $d(x, y) = d(y,x)$ ;
- (4)  $d(x,z) \leq d(x,y) + d(y,z)$  (*desigualdade triangular*).

Uma métrica é chamada *ultramétrica* se para todo  $x, y$  e  $z \in X$  satisfizer uma versão mais restrita da desigualdade triangular expressa por:  $d(x,z) \leq \max\{d(x,y), d(y,z)\}$  (*i.e.*, elementos de  $X$  nunca podem estar 'entre' outros elementos de  $X$ ).

Abordando o problema de maneira simplista, considere que  $x$  seja uma instância e  $b$  e  $c$  sejam centroides; é preciso garantir que  $d(x,c) \geq d(x,b)$  a fim de evitar ter que, efetivamente, calcular o valor de  $d(x,c)$ .

#### 4. Metodologia de Trabalho e Continuidade da Pesquisa

A continuidade do projeto prevê: (1) estudo e entendimento em detalhes dos resultados teóricos, bem como suas provas, para o uso da desigualdade triangular com o objetivo pretendido *i.e.*, acelerar a execução do processo de indução de um agrupamento pelo k-Means padrão, a partir de um conjunto de instâncias de dados; (2) levantamento e estudo de outras propostas, além daquela descrita em [Elkan 2003], que utilizam a desigualdade triangular com o mesmo propósito; (3) implementação do k-Means padrão e de variantes do k-Means que empregam a desigualdade triangular, como módulos de um sistema computacional para experimentação com algoritmos de AM; (4) definição de conjuntos de instâncias dados que reflitam situações usuais bem como situações limites. Serão identificados conjuntos de instâncias de dados que já tenham sido utilizados em outros trabalhos similares, para evidenciar as contribuições das propostas levantadas, cujos resultados estejam disponíveis em publicações; (5) seleção de índices de validação para viabilizar uma comparação entre os resultados obtidos pelos algoritmos investigados e implementados, em um conjunto de experimentos de agrupamentos, utilizando os conjuntos escolhidos em (4).

#### Referências

- [Bradley & Fayyad 1998] Bradley, P. S.; Fayyad, U. (1998) Refining initial points for k-means clustering, in: Proc. of the 15<sup>th</sup> International Conference on Machine Learning, pp. 91–99.
- [Duda *et al.* 2001] Duda, R. O.; Hart, P. F.; Stork, D. G. (2001) Pattern Classification, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- [Elkan 2003] Elkan, C. (2003) Using the triangle inequality to accelerate k-Means, In: Proc. of the Twentieth International Conference on Machine Learning (ICML-2003), pp. 147–153.

- [Farnstrom *et al.* 2000] Farnstrom, F.; Lewis, J.; Elkan, C. (2000) Scalability for clustering algorithms revisited, *ACM SIGKDD Explorations*, v. 2, pp. 51–57.
- [Hamerly 2010] Hamerly, G. (2010) Making k-Means even faster, In: *Proc. of the SIAM International Conference on Data Mining*, pp. 130-140.
- [Han *et al.* 2012] Han, J.; Kamber, M.; Pei, J. (2012) *Data Mining Concepts and Techniques*, 3rd. Ed., Amsterdam: Morgan Kaufmann Publishers.
- [Khan & Ahmad 2004] Khan, S. S.; Ahmad, A. (2004) Cluster center initialization algorithm for k-Means clustering, *Pattern Recognition Letters*, v. 25, pp. 1293–1302.
- [Lloyd 1982] Lloyd, S. P. (1982), Least squares quantization in PCM, *IEEE Transactions on Information Theory*, v. 28, no. 2, pp. 129–137
- [Maedeh & Suresh 2013] Maedeh, A.; Suresh, K. (2013) Design of efficient k-means clustering algorithm with improved initial centroids, *MR International Journal of Engineering and Technology*, v. 5, no. 1, pp. 33–37.
- [Montolio *et al.* 1992] Montolio, P.; Gasull, P.; Monte, A.; Torres, L.; Marques, F. (1992) Analysis and optimization of the k-Means algorithm for remote sensing applications, In: A. Sanfeliu (Ed.), *Pattern Recognition and Image Analysis*, World Scientific, pp. 155–170.
- [Nieddu *et al.* 2011] Nieddu, L.; Manfredi, G.; D’Acunto, S. (2011) A fully automatic K-means-based algorithm for image segmentation, *International Conference on Computational Techniques and Artificial Intelligence (ICCTAI'2011)*, pp. 32–37.
- [Reddy & Jana 2012] Reddy, D.; Jana, P. K. (2012) Initialization for K-means clustering using Voronoi diagram, *Procedia Technology*, vol. 4, pp. 395–400.
- [Sun & Wang 2012] Sun, W.; Wang, J. (2012) Regularized k-Means clustering of high-dimensional data and its asymptotic consistency, *Electronic Journal of Statistics*, v. 6, pp. 148–167.
- [Theodoridis & Koutroumbas 1999] Theodoridis, S.; Koutroumbas, K. (1999) *Pattern Recognition*, USA: Academic Press.
- [Witten *at al.* 2011] Witten, I. H.; Frank E.; Hall, M. A. (2011) *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, 2nd. Ed., Amsterdam: Morgan Kaufmann Publishers.

# Princípios para a Elaboração do *Design* de Objetos de Aprendizagem Móvel Reutilizáveis Acessíveis.

João Roberto Ursino da Cruz<sup>1,2</sup>, Ana Maria Monteiro<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) – Campo Limpo Paulista - SP – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Informática e Comunicação – Faculdade Sumaré – São Paulo – SP -  
Brasil

{joaocruz@cc.faccamp.br, anammont@cc.faccamp.br }

**Abstract.** *The development of Learning Objects Mobile (LOM) is a great challenge for developers and designers, because in addition to the natural challenges presented by mobile development platforms, the LOMs should provide students with more interactive learning and in many cases outside the school environment. When we talk about Learning Objects Mobile reusable (LOMr) then this challenge becomes even greater, because they must reach the same impact with different age groups and with different pedagogical proposals. This article introduces eight principles to assist developers and designers in creating these LOMrs.*

**Keywords:** *Mobile, Learning Objects Mobile, Accessible designer*

**Resumo.** *O desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Móveis (OAM) é um grande desafio para desenvolvedores e designers, pois além dos desafios naturais apresentados pelas plataformas de desenvolvimento mobile, os OAMs devem proporcionar aos alunos um aprendizado mais interativo, e em muitos casos fora do ambiente escolar. Ao falarmos então de Objetos de Aprendizagem Móveis reutilizáveis (OAMr) este desafio se torna ainda maior, porque eles devem atingir com o mesmo impacto alunos de faixas etárias diferentes e com propostas pedagógicas diferentes. Este artigo apresenta oito princípios para auxiliar desenvolvedores e designers na criação destes OAMrs.*

**Palavras Chaves:** *Mobile, Objeto de aprendizagem Móvel, Designer Acessível*

## 1. Introdução

Observando o crescimento dos dispositivos móveis no ambiente escolar e o impacto resultante desta presença a UNESCO, em 2013, publica uma série de diretrizes para a criação de políticas de aprendizagem móvel. A partir deste documento intensificaram-se estudos sobre o *Mobile Learning* e suas ferramentas. Abordagens diferentes sobre o tema surgiram, muitos com foco em aplicações educacionais como é possível ver em (Economides, 2008), (Melo & Carvalho, 2014) e (Blanc & Benlloch-Dualde, 2014).

Em (Cruz, 2017) observamos um tipo específico de OAMs, os Objetos de Aprendizagem Móveis reutilizáveis (OAMrs). Neste estudo (Cruz, 2017) apresenta 10 princípios relacionados ao desenvolvimento de OAMrs, destes, cinco estão relacionados ao *design* de OAMr (“Analisar e definir todos os paradigmas educacionais ligados ao OAM”, “Possibilitar fácil acesso aos docentes e discentes ao OAM”, “Possuir



*ferramentas que estimulem a usabilidade por discentes de faixas etárias diferentes”, “Oferecer ferramentas que permitam pesquisa de conteúdos didáticos e referências similares” e “Possuir ferramentas que permitam que usuários com deficiências possam utilizar o OAM”*). Optamos então por realizar um estudo focado em auxiliar desenvolvedores e *designers* na criação de OAMs

Iniciamos o estudo realizando uma pesquisa em busca de OAMs visando analisar os recursos utilizados, e, também classificá-los dentro dos princípios de (Cruz, 2017). Esta busca foi realizada em dois repositórios de TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação), o BIOE<sup>1</sup> e o F-Droid<sup>2</sup> (FOSS Apps para Android). A escolha destes repositórios deu-se pelo fato de serem específicos para OA e abertos para consulta pública.

Na próxima seção, apresentaremos os resultados da busca feita nos repositórios BIOE e F-Droid. Na seção 3, apresentaremos a análise dos OAMs, enfatizando os que tem potencial para serem reutilizáveis, e os recursos encontrados. Na seção 4, apresentamos oito princípios a serem considerados pelos desenvolvedores e *designers* no processo de criação de OAMs. Na última seção apresentamos as considerações finais e proposta de trabalhos futuros.

## 2. Levantamento sistemático dos OAMs

O estudo de (Azevedo; Machado; Slomp, 2015) apresenta uma lista de 305 aplicativos educacionais de código aberto disponíveis no aplicativo F-Droid e classifica estes OAMs por área do conhecimento, nível de ensino, idioma e tipo de licença. Foram considerados OAMs utilizados em todos os níveis de estudo.

A plataforma BIOE, disponibiliza 26.264 Objetos de Aprendizagem Digitais (OAD) para ser utilizados por professores. Os OADs disponíveis no repositório estão classificados por nível de ensino, assunto, tema e tipo de recurso, além de apresentar informações sobre os autores e data de publicação dos OADs. A plataforma BIOE não possui um filtro específico para procurar OAM ou OAMs, mas oferece um filtro que permite procurar pelo critério “software educacional”. Ao executar este filtro chegou-se ao número de 429 AO. Foram considerados para o estudo aqueles AO que utilizavam como plataforma algum dispositivo móvel e que eram classificados para todo nível de ensino.

O gráfico abaixo apresenta o resultado final da busca nos repositórios F-Droid e BIOE.

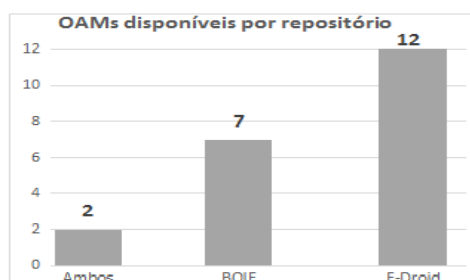


Figura 1 – Quantidade de OAMs por repositórios

<sup>1</sup> BIOE (Banco Internacional de Objetos Educacionais) - [objetoseducacionais2.mec.gov.br/](http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/)

<sup>2</sup> F-Droid - <https://f-droid.org>



No total foram considerados para este estudo 21 OAMrs, sendo que 12 foram selecionados a partir do repositório F-Droid, 7 do repositório BIOE e 2 estavam presentes em ambos os repositórios.

### 3. Avaliação e classificação dos OAMs

Após a definição de quais seriam os OAMs foco deste estudo, os mesmos foram instalados (usando os links indicados nos repositórios) em dois smartphones (Moto G4 – Motorola, S6 Edge – Samsung) e um tablet (Galaxy E – Samsung), visando avaliar seu *design* em dispositivos móveis com resolução e tamanhos diferentes.

Além de avaliar se os OAMs selecionados poderiam ser utilizados em diferentes níveis educacionais, os 21 OAMs foram avaliados utilizando os seguintes critérios: Os OAMs [a] possuíam interface ou linguagem focada exclusivamente para uma faixa etária, [b] as interfaces das aplicações possuíam responsividade de elementos gráficos e de texto, [c] os aplicativos possuíam recursos interativos com o usuário, [d] utilizavam recursos da plataforma como apoio para as atividades, [e] permitiam configurações de interface (customização de recursos de tela, resolução e som) e [f] possuíam recursos de acessibilidade nativos.

O gráfico na Figura 2 apresenta os resultados da avaliação destes fatores:

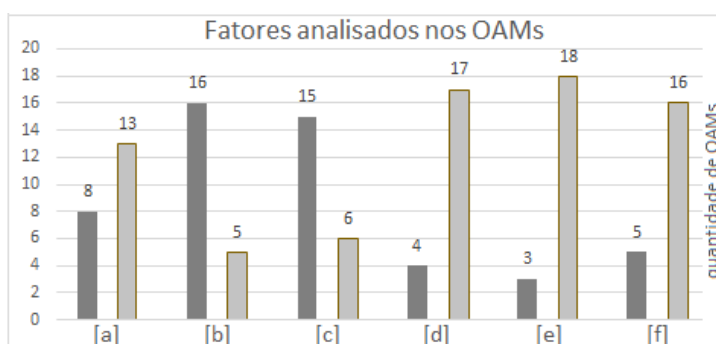


Figura 2 – Quantidade de OAMrs por critérios analisados

A partir da análise dos dados e das observações empíricas nos testes realizados nos OAMs foram definidos oito princípios que, entendemos, devem ser considerados por desenvolvedores e pesquisadores na criação de OAMrs.

### 4. Princípios para a elaboração do *design* de OAMrs

Os princípios para elaboração do *design* de um OAMr visam auxiliar desenvolvedores e pesquisadores que desejam criar OAM que possam ser reutilizados para várias atividades diferentes.

**Interfaces customizadas pelo professor:** Os OAMrs devem, sempre que possível, oferecer opções de customização de cores e disposição dos elementos gráficos na sua interface. Este recurso possibilita que o professor possa adequar a atividade didática proposta ao tema relacionado ou a faixa etária de seus alunos.

**Ferramentas que permitam customização da linguagem utilizada na interface:** Os OAMrs devem possuir, sempre que possível, uma opção para que o aluno possa escolher entre opções de estilos de linguagem utilizado na interface da aplicação.

A escolha do estilo de linguagem pode auxiliar na tarefa de aceitação do uso da plataforma pelos alunos.

**Interfaces responsivas:** As interfaces dos OAMrs devem, sempre que possível, serem projetadas usando técnicas de responsividade que permitam que a atividade didática seja adequada a qualquer tamanho de dispositivo móvel.

O uso de responsividade na interface da aplicação permite que o aluno possa definir não apenas o momento ideal de realizar seu estudo, mas também escolher em qual dispositivo deseja realizá-lo.

**Estruturas de interfaces planejadas para o reuso:** na escolha do tipo de interface dos OAMs deve-se considerar que para que o OAM seja reutilizado com conteúdos didáticos diferentes, em muitos casos, será necessário o uso de elementos da interface que possam ser exibidos, ou ocultados de acordo com o contexto de uso.

A implementação deste tipo de recursos permitirá que mais professores possam utilizar o mesmo OAMr sem a necessidade de intervenção da equipe de desenvolvimento para realizar alterações nas interfaces.

**Ferramentas que permitam a migração de conteúdos didáticos para o ambiente mobile:** Em (Cruz, 2017) é realizado um estudo junto a professores que indicam dificuldades relacionadas com a adaptação dos conteúdos de atividades já existentes para serem reutilizadas em dispositivos móveis. Observamos que parte desta dificuldade está relacionada, em parte, à responsividade de imagens e vídeos, e em outros está relacionada com o uso de textos muito extensos para serem exibidos em smartphones.

Ao desenvolver um OAMr os responsáveis pelo projeto das interfaces deveram implementar soluções que permitam que o professor possa, durante a inserção das atividades, sempre que possível, ter uma pré-visualização da atividade como o aluno irá visualizá-la. Também, sugerimos que sempre que possível, o processo de migração seja feito por uma ferramenta automática que possa avaliar/adequar a qualidade dos recursos digitais para uso na plataforma.

**Ferramentas que estimulem o uso de recursos do dispositivo:** O OAMrs, sempre que possível, devem utilizar dos recursos disponíveis no dispositivo móvel para estimular o aluno a explorar não apenas o ambiente físico no entorno, mas também, associá-lo a outras informações didáticas.

Recursos tais como geoposicionamento, captação de imagens, uso de lanterna e conexão de dados devem ser vastamente explorados por desenvolvedores em parceria com professores e pesquisadores.

**Interfaces projetadas para serem manipuladas por indivíduos com estaturas corporais diferentes:** Inicialmente, o desenvolvedor deverá considerar que a grande maioria dos usuários de um OAMr fará uso do mesmo em um dispositivo com interface de toque. As dimensões dos elementos gráficos destes OAMrs devem considerar que a mesma aplicação poderá ser usada por usuários de faixas etárias e estruturas físicas (mãos e dedos) com tamanhos diferentes.

Também deve ser considerado pelos desenvolvedores de OAMrs que os alunos utilizadores de suas aplicações possuem dimensões (alturas) diferentes, o que irá refletir

em resultados diferentes principalmente em atividades que dependam da captação de informações do ambiente externo. Também devem estar inclusos nesta categoria alunos cadeirantes.

**Interfaces acessíveis:** Como destacado em Moreira e Conforto (2011) o desenvolvimento de interfaces de qualquer tipo de aplicação educacional devem considerar em seu projeto o uso de recursos de acessibilidade. O projeto de *design* de OAMrs deve considerar que parte de seus usuários poderão apresentar algum tipo de limitação e para auxiliá-lo a aplicação deverá possuir recursos acessíveis.

Recursos tais como leitores de interface, redimensionamento de tela, alteração de contrastes e *template* de cores acessíveis são exemplos de recursos amplamente utilizados em dispositivos móveis que podem ser utilizados em OAMrs com poucas alterações na codificação da interface.

## 5. Considerações finais e trabalhos futuros

Este estudo iniciou fazendo uma busca por OAMs disponíveis nos repositórios F-Droid e BIOE que pudessem ser classificados como reutilizáveis. A busca resultou em 21 OAMs sendo que 12 encontrados no F-Droid e 7 no BIOE, sendo que 2 estavam disponíveis em ambos os repositórios. Posteriormente estes softwares foram instalados em 3 dispositivos móveis diferentes e suas interfaces analisadas a partir dos princípios propostos por (Cruz, 2017).

Como resultado desta análise, este artigo propõe 08 princípios específicos para o *design* das interfaces de OAMrs.

Como contribuições futuras faremos uma nova pesquisa em outros repositórios de OAMs visando corroborar os princípios apresentados neste estudo. Também estimularemos alguns desenvolvedores e *designers* a aplicar estes princípios em seus OAMrs e acompanharemos seu uso por parte de professores e alunos, visando avaliar se o uso destes princípios promoveu algum tipo de benefício acadêmico.

## Referências

- Azevedo, F., Machado, A., & Slomp, P. (2015). Tabela Dinâmica de Software Educacional Livre. (L. Carvalho, Entrevistador) Porto Alegre: Editora URFS. doi:<http://hdl.handle.net/10183/116563>
- Cruz, J. R. (2017). Declaração de Princípios para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis para Dispositivos Móveis. *Dissertação*, p. 249.
- Economides, A. (2008). Requirements of Mobile Learning Applications. *International Journal of Innovation and Learning*, pp. pp. 192-202. doi:<http://dx.doi.org/10.1504/IJIL.2008.018043>, ISSN: 1471-8197
- Melo, R. d., & Carvalho, M. J. (2014). Aplicativos educacionais livres para mobile learning. *XI EVIDOSOL e VIII CILTEC-Online*. doi:<http://evidosol.textolivre.org>
- UNESCO. (2013). *Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel*. (R. Brossard, Trad.). ISSN 2227-5029

## SQL-Portugol – Avaliando uma linguagem baseada em pseudocódigos para o ensino de SQL.

João Roberto Ursino da Cruz<sup>1,2</sup>, Wellington Barbosa Rodrigues<sup>1,2</sup>, Alann Kelly Pirchiner Perini<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Programa de Mestrado em Ciência da Computação – Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) – Campo Limpo Paulista - SP – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Informática e Comunicação – Faculdade Sumaré – São Paulo – SP - Brasil

{joaocruz@cc.faccamp.br,anamont@cc.faccamp.br }

***Abstract.** The learning of the SQL language in the first cycles of teaching courses in the field of information technology has been a challenge for teachers. Part of the difficulties reported by students is that SQL is a language based on a de facto contextualization and the other comes from the understanding of the syntax and command structures of the language. This study proposes to evaluate if the use of a language based on pseudocodes written from the native language would help the students in the learning of the SQL language.*

***Keywords:** SQL Language, Pseudocode, Learning*

***Resumo.** O aprendizado da linguagem SQL nos primeiros ciclos de ensino dos cursos na área de tecnologia da informação tem sido um desafio para grande parte dos alunos. Parte das dificuldades relatadas por estes alunos vem da compreensão e da escrita dos comandos SQL. Esse estudo propõe avaliar se o uso de uma linguagem baseada em pseudocódigos escritos a partir da língua nativa auxiliaria os alunos no processo de aprendizado da linguagem SQL.*

***Palavras Chaves:** Linguagem SQL, Pseudocódigo, Aprendizado*

### 1. Introdução

O MEC<sup>1</sup> em seu catálogo nacional de cursos superiores de tecnologia, relaciona pelo menos uma disciplina voltada a manipulação de banco de dados em cada um dos cursos da área de Tecnologia da Informação e Comunicação (págs. 48 a 57), sendo a linguagem SQL (*Structured Query Language*) indicada como referência de estudo do tema por ser usada em grande parte dos SGBDs<sup>2</sup>.

Com isso, surge um grande desafio: ensinar aos alunos dos cursos de TI (Tecnologia da Informação) não apenas o necessário para se projetar, e manipular um banco de dados, mas também ensinar a este aluno iniciante as estruturas sintaxes dos comandos SQL. Durante as aulas relacionadas ao ensino de Banco de Dados, podemos observar empiricamente que vários alunos relatavam a dificuldade de assimilar a sintaxe dos comandos SQL, e que atribuíam parte desta dificuldade ao fato dos comandos estarem

---

<sup>1</sup> MEC – Ministério da Educação

<sup>2</sup> SGBD – Sistema de Gestão de Banco de Dados

escritos em uma língua estrangeira. A partir destas observações passamos a pesquisar possíveis soluções para auxiliar os alunos no uso do SQL.

Nosso primeiro referencial sobre o assunto foi Souza (2009), que relatava em estudo realizado durante o desenvolvimento do software Visualg, esta mesma percepção da dificuldade dos alunos no aprendizado de lógica de programação em cursos introdutórios.

A partir do relato de Souza (2009), definimos que como objetivo deste estudo iríamos realizar uma investigação sobre o aprendizado da linguagem SQL através do uso de pseudocódigos baseados em língua nativa. Este artigo relatará os experimentos iniciais deste estudo. Além do problema e dos objetivos, aqui já relatados, apresentaremos neste artigo a metodologia utilizada nas partes iniciais deste estudo, os primeiros resultados sobre o tema, bem como, uma discussão a partir destes resultados e as conclusões iniciais.

## **2. Metodologias e trabalhos relacionados**

É possível ler em Gil (2007), que a escolha de uma metodologia de pesquisa deve ser um procedimento racional e sistemático com o objetivo de responder a um problema proposto. Em nosso estudo identificamos como problema a dificuldade dos alunos dos cursos de TI no aprendizado das estruturas de sintaxes na linguagem SQL, e a partir das referências de Souza (2009), optamos por investigar se o uso de uma linguagem de comandos SQL baseado em pseudocódigos auxiliaria, ou não estes discentes no processo de aprendizado.

Ainda em relação ao uso de metodologias em estudos semelhantes ao nosso é possível destacar Cristóvão (2008), e Delgado et. al. (2004), que utilizaram em seus estudos práticas de apoio para avaliarem suas hipóteses para o ensino da lógica usando pseudocódigos, e linguagem natural.

Definimos, então, que o estudo seria dividido em quatro fases, sendo a primeira fase a aplicação de um questionário com alunos, que já haviam estudado pelo menos uma disciplina relacionada ao ensino da linguagem SQL. A segunda fase uma busca de referências sobre os padrões da linguagem SQL além da definição dos pseudocódigos. A terceira fase consistiria na elaboração dos materiais didáticos, e seleção dos alunos voluntários. A última fase consistiria no treinamento dos voluntários, aplicação de questionários e análise dos resultados.

## **3. Execução das fases do estudo**

A primeira fase do estudo contou com 118 voluntários de duas faculdades privadas da cidade de São Paulo. Como pré-requisitos para participarem desta fase o

voluntário deveria ter concluído pelo menos uma disciplina, que tivesse o ensino da linguagem SQL em sua ementa.

Como resultado desta fase foi possível observar que em relação a aprendizagem dos comandos SQL, 24 (20,34%) declararam que não haviam encontrado nenhuma dificuldade, 92 (77,97%) declaram ter encontrado dificuldades, e outros 02 voluntários (1,7%) relacionaram suas dificuldades a outros motivos. Dentre os 92 voluntários, que declaram ter encontrado dificuldades no aprendizado da sintaxe dos comandos SQL, 76 (82,60%) associaram esta dificuldade ao fato dos comandos não serem escritos em sua língua nativa, e ainda 64 (69,56%) indicaram acreditar, que o uso de comandos SQL em sua língua nativa facilitaria o aprendizado de banco de dados.

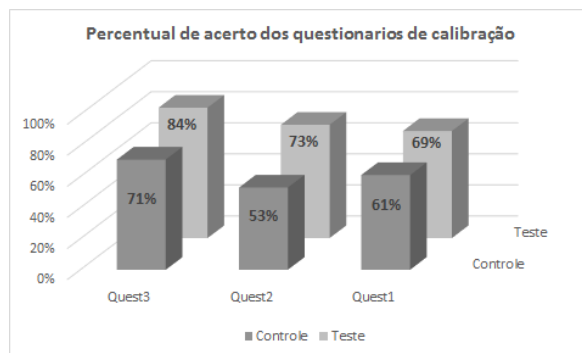
Na fase seguinte, usando como referência a norma ISO/IEC 9075-1:2011 e as indicações dos voluntários em relação as dificuldades no processo de aprendizado, definimos cada um dos pseudocódigos, bem como seus parâmetros obrigatórios e opcionais, e os possíveis erros gerados pela escrita destes de forma equivocada.

Observamos também que a linguagem SQL trata dois tipos de erros, os erros de sintaxes, que são aqueles nos quais o comando ou parâmetros são digitados de forma errada, e os erros de contexto que são aqueles resultantes da impossibilidade de execução um comando dentro do contexto no banco de dados. Em nosso estudo optamos por analisar apenas os erros de sintaxe.

Para a realização da fase de testes foram selecionados 48 voluntários dos cursos da área de TI. Como requisito para participar desta fase o voluntário inicialmente declarava não possuir conhecimento prévio da linguagem SQL. Estes voluntários foram separados de forma aleatória em dois grupos identificados como teste e controle.

O grupo teste recebeu uma apostila contendo os pseudocódigos e seus equivalentes da ISO/IEC 9075-1:2011 enquanto o grupo de controle recebeu uma outra apostila contendo apenas os comandos da linguagem SQL. Ambas as apostilas estavam organizadas em 3 capítulos (Comandos DDL, Comandos DML e Comandos DQL) e continham os mesmos exemplos de contextualização. Os grupos tiveram 3 semanas para estudarem o conteúdo das apostilas, e como reforço semanalmente recebiam 5 perguntas cujas respostas estavam relacionadas ao conteúdo proposto.

Após este período os grupos recebem três questionários com 10 perguntas cada cujas respostas deveriam seguir o mesmo padrão daquelas que os grupos receberam semanalmente. A figura 2 demonstra os percentuais de acertos de cada questionário.

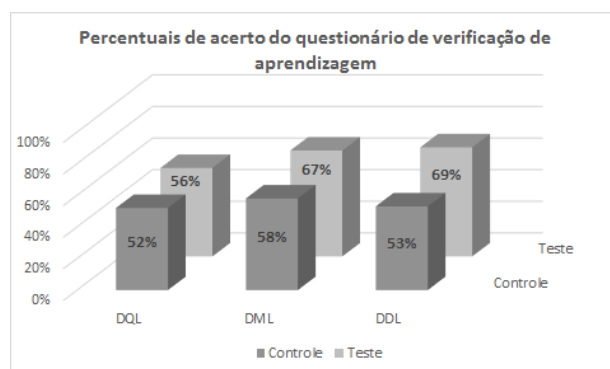


**Figura 1 - Gráfico de percentual de respostas corretas dos questionários Quest1, Quest2, Quest3**

Para que as respostas fossem consideradas corretas o voluntário deveria digitar no formulário a sintaxe dos comandos independentemente de ter usado caixa alta ou caixa baixa e do dado informado na sentença.

No primeiro questionário observamos que o percentual de respostas corretas do grupo de teste foi 13% maior do que o apresentado pelo grupo de controle, já no segundo observamos que questionário o percentual de acertos do grupo de teste foi de 20% em relação ao grupo de controle e no último questionário observamos uma diferença entre o grupo teste e de controle de apenas 8%.

Para finalizarmos os testes ambos os grupos responderam a um questionário com 05 perguntas de cada subconjunto. Neste último questionário as respostas deveriam ser escritas usando apenas com comandos SQL, e os critérios para que as questões fossem consideradas corretas eram os mesmos dos questionários anteriores. Os percentuais de certo estão representados no gráfico abaixo.



**Figura 2 - Percentuais de respostas corretas do questionário final**

Ao analisarmos os percentuais de acerto dos grupos observamos que embora em todos os subconjuntos os voluntários do grupo de teste tenham acertado um percentual maior de questões do que o grupo de controle a diferença foi abaixo da esperada, não podendo ser considerado o uso dos pseudocódigos isoladamente um diferencial de aprendizado da linguagem SQL.

Observamos, porém, que ao inserirmos a discussão sobre o uso desta metodologia como didática de ensino os voluntários se mostraram muito entusiasmados, e em sua totalidade indicaram que gostariam de usar os pseudocódigos em uma ferramenta que os auxiliasse no aprendizado da linguagem SQL.

#### **4. Considerações finais**

Neste artigo realizamos um estudo cuja motivação era avaliar se uma metodologia que propunha o uso de pseudocódigos auxiliaria no processo de aprendizagem com comando da linguagem SQL.

O artigo relatou as quatro fases do estudo, no qual, primeiro avaliamos se os usos de comando na língua inglesa estavam relacionados a dificuldade encontrada pelos alunos no aprendizado da sintaxe dos comandos SQL, depois relatamos o desenvolvimento de um padrão de pseudocódigos baseados na ISO/IEC 9075-1:2011 e avaliamos se este padrão auxiliaria no aprendizado destes alunos.

Embora os resultados obtidos não demonstrem um diferencial considerável no processo de aprendizagem os voluntários de ambos os grupos apresentaram uma grande aceitação a ideia de aprender usando o SQL-Portugol.

Como trabalhos futuros desenvolveremos uma ferramenta que permita aos alunos a utilização do SQL-Portugol em uma interface para geração e importação de comandos SQL para um SGBD e repetiremos este método visando avaliar se com o apoio de uma ferramenta de apoio o uso de SQL-Portugol se tornará um facilitador para o aprendizado da linguagem SQL.

#### **5. Referências**

- Cristovão, H., s.d. Aprendizagem de Algoritmos num Contexto Significativo e Motivador: Um Relato de Experiência. XXVIII Congresso da SBC - WEI - Workshop sobre Educação em Computação, Issue 30-40.
- Delgado, C. et al., 2004. Uma abordagem pedagógica para a iniciação ao estudo de algoritmos. *Workshop SBC 2004 de Educação em Computação*.
- Gil, A. C., 1994. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4ª ed. São Paulo: Atlas.
- ISO/IEC, 2011. *Catalogo: ISO/IEC 9075-1:2011*. [Online] Available at: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=53681](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=53681) [Acesso em 12 06 2016].
- Souza, C. M. d., 2009. VisuAlg-Ferramenta de apoio ao ensino de programação. Issue Revista Eletrônica TECCEN.



# Comparativo de desempenho na execução entre Linguagens de Programação

**Diego Batista da Fonseca, Wellington B. Rodrigues, João Roberto U. da Cruz, Alann Kelly Pirchiner Perini**

Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Centro Universitário Anhanguera de São Paulo - Campo Limpo

Estrada do Campo Limpo, 3677 - Jd. Bom Refúgio - Campo Limpo - São Paulo -  
Cep. 05777-001- Brasil

dgbfonseca@gmail.com, wellington.rodrigues@anhanguera.com,  
joaor.cruz@anhanguera.com, alann.perini@anhanguera.com

**Abstract.** *Computer architecture has come a long way over the last few decades. Consequently, programming languages have evolved alongside with computers. This research aims at assessing and analyzing the runtime and use of computational resources, besides investigating whether paradigm features of programming languages have been kept in current architectures, considering the evolutionary leap of the last years. Such quantitative analysis will be based on the results obtained from the implementation of the array sorting algorithms Bubble Sort and Quicksort in the structured and object-oriented paradigms, through the use of C and Java programming languages.*

**Resumo.** *A arquitetura dos computadores evoluiu bastante no decorrer das décadas e, conseqüentemente, as linguagens de programação de que eles fazem uso também. O objetivo desta pesquisa é avaliar e analisar o tempo de execução e o consumo de recursos computacionais, além de investigar se as características dos diferentes paradigmas de linguagens de programação se mantêm em arquiteturas atuais, dado o grande salto evolutivo dos mesmos nos últimos anos. Esta proposta de análise quantitativa será baseada em resultados obtidos com a implementação dos algoritmos de ordenação de vetores Bubble Sort e QuickSort nos paradigmas estruturado e orientado a objetos, utilizando as linguagens de programação C e Java.*

## 1. Introdução

Um paradigma de programação, está intrinsicamente ligado ao modelo de pensamento de um programador, e a forma com a qual o programador analisou, abstraiu, e solucionou determinado problema (Ascencio & Campos, 2014). É através do paradigma de programação, que serão estipuladas as técnicas de programação utilizadas, com as quais os problemas do mundo real serão apresentados, modelados, e solucionados dentro da perspectiva computacional.

Os paradigmas de programação são classificados pela estrutura em que se baseiam, e a respeito dos diversos paradigmas de programação existentes, podemos citar: O paradigma estruturado (Ascencio & Campos, 2014) e o paradigma orientado a objetos (Deitel & Deitel, 2010).

Este trabalho está organizado em seções. Na Seção 2, apresentaremos o conceito da linguagem estruturada. Na Seção 2.1 a linguagem C. O conceito da linguagem orientada a objetos, na Seção 3. Na Seção 3.1 apresentaremos a linguagem Java. A Seção 4, introduz os algoritmos de ordenação de vetores. Nas Seções 4.1 e 4.2 os algoritmos de ordenação de vetores *Bubble Sort* e *Quick Sort* respectivamente. Na Seção 5, explanaremos sobre a execução dos experimentos numéricos. Por fim, na Seção 6 as considerações finais e trabalhos futuros.

## 2. Linguagem Estruturada

A linguagem estruturada, como o próprio nome sugere, tem seu alicerce fundamentado no paradigma estruturado. A metodologia do paradigma estruturado, expressa que qualquer problema pode ser subdividido em problemas menores, que conseqüentemente, reduzem a complexidade do problema original tornando-o de mais fácil compreensão e resolução. Essas subdivisões na linguagem estruturada, são denominadas de sub-rotinas, ou funções (Ascencio & Campos, 2014).

O funcionamento do paradigma estruturado, dá-se da seguinte maneira: As sub-rotinas ou funções recebem valores variáveis. Esses valores são submetidos a um ou mais processos. Esse bloco de instruções formam uma estrutura, estabelecendo um fluxo de seqüências lógicas, na qual cada passo dado gera valores de saída com o intuito de solucionar um determinado problema.

### 2.1. Linguagem C

Nos laboratórios Bell, Dennis Ritchie criou o C, uma linguagem oriunda das linguagens BCPL e B. Em 1972, a linguagem C foi implementada, tornando-se conhecida mundialmente como a linguagem de desenvolvimento dos sistemas operacionais. No momento, praticamente todos os grandes sistemas operacionais estão escritos em C e/ou C++ (Deitel & Deitel 2011).

A criação e o funcionamento de um programa em C pode ser dividido em cinco passos: o primeiro a Edição (O código fonte é criado e armazenado em disco); o segundo o Pré-Processamento (O código fonte passa por um pré-processador, no qual são executadas algumas tarefas como: Expansão de macros, junção de linhas separada por seqüência de escape, remoção de comentários); o terceiro passo é a Compilação (O compilador pega o resultado do pré-processamento, e trata cada arquivo fonte como sendo uma unidade de compilação gerando um arquivo objeto); o quarto passo o *Linking* (O *Linking* é responsável por agrupar todos os arquivos objetos e gerar um arquivo executável); e o último a Execução (após o *Linking* o arquivo executável é criado estando pronto para utilização).

Em 1989, a linguagem C foi padronizada pelo *American National Standards Committee on Computers and Information Processing*. O documento que contém as normas de padronização do C é o ANSI/ISO 9899:1990 (Deitel & Deitel, 2011).

## 3. Linguagem Orientada a Objetos

A linguagem orientada a objetos, como o próprio nome sugere, tem seu alicerce fundamentado no paradigma orientado a objetos, que visa o mundo de forma diferenciada da linguagem estruturada. Nesta a resolução dos problemas enfatiza o que deverá ser feito,

ou seja, as ações que precisam ser executadas, e como o problema será subdividido, a fim de reduzir sua complexidade (Ascencio & Campos, 2014).

Na linguagem orientada a objetos, a ênfase é voltada para a identificação dos objetos que compõe determinado problema, e como estes se relacionam entre si. Um objeto é uma estrutura de dados que contém atributos, que são as características do objeto e métodos, que são os comportamentos do objeto (Ascencio & Campos, 2014).

### 3.1 A Linguagem Java

Em 1991, a empresa *Sun Microsystems* (Deitel & Deitel, 2010) deu início a um projeto que tinha como objetivo criar interatividade entre diversos objetos utilizando C++, uma linguagem baseada em C que segundo o fabricante possuía suporte a orientação a objetos, mas observou-se durante o desenvolvimento do projeto que a linguagem C++ não possuía recursos suficientes, dando origem a criação de uma nova linguagem, o Java.

A linguagem Java é multiplataforma (Oracle, 2017) devido a Java *Virtual Machine* (JVM) um aplicativo de *software* que simula um computador, mas oculta o sistema operacional e os *hardwares* adjacentes dos programas que interagem com ela. Sendo assim um programa em Java pode ser executado em qualquer plataforma de *hardware* que contenha uma JVM.

A criação e o funcionamento de um programa em Java pode ser dividido em cinco passos sendo o primeiro a Edição (O código fonte é criado e armazenado em disco cujo nome termina com a extensão “.java”); o segundo a Compilação (O compilador Java é utilizado para compilar o arquivo “.java”, gerando um novo arquivo que recebe a extensão “.class” que contém os *bytecodes* do programa); o terceiro o Carregamento (O carregador da Java *Virtual Machine* (JVM) lê o arquivo “.class” e carrega os *bytecodes* na memória principal); o quarto a Verificação (O verificador da JVM verifica se os *bytecodes* são válidos e se não violam as restrições de segurança do Java); e o último a Execução (A JVM lê os *bytecodes* e os compila para a linguagem de máquina na qual o computador entende, e executa as tarefas requisitadas).

## 4. Algoritmos de Ordenação de Vetores

Na perspectiva computacional, uma classe de algoritmos que são comumente utilizados são os algoritmos de ordenação. Um algoritmo de ordenação tem por finalidade organizar determinada lista, seja ela numérica ou alfabética, de acordo com regras pré-estabelecidas, que dependem das necessidades que foram apresentadas.

### 4.1. *Bubble Sort*

O *Bubble Sort*, é um algoritmo de método simples de ordenação por troca (Friend, 1956).

Um algoritmo de método simples, tende a usar uma quantidade maior de comparações em sua estrutura, possui código enxuto e complexidade de implementação reduzida, quando comparado com um algoritmo de método sofisticado. O *Bubble Sort* apresenta fraco desempenho em dados aleatórios (Astrachan, 2003).

Ao utilizar o *Bubble Sort*, todos os dados armazenados em um determinado vetor serão comparados entre si. Partindo do princípio de que, cada elemento ocupa uma determinada posição dentro de um vetor, a comparação ocorre quando esse determinado elemento é comparado ao elemento adjacente. Então, a regra de comparação pré-definida é analisada

e a permuta de posição entre os elementos comparados ocorre, caso os elementos comparados estejam fora de ordem.

Todo esse processo, acontece utilizando duas estruturas de repetição incorporadas uma a outra. Serão feitas tantas passagens dentro dessa estrutura, quanto forem necessárias para suprir o tamanho do vetor. O algoritmo só terá fim quando não houverem mais elementos a serem permutados (Ascencio & Araújo, 2011).

Podemos dividir o funcionamento do *Bubble Sort* em três etapas.

1ª Etapa: O vetor é percorrido comparando cada elemento ao seu elemento adjacente (em pares).

2ª Etapa: Quando a regra de comparação é saciada, a permuta dos elementos ocorre.

3ª Etapa: Por fim, executa-se o primeiro e o segundo passo até que não existam elementos a serem permutados.

#### **4.2. Quick Sort**

O *Quick Sort*, é um algoritmo de método sofisticado de ordenação criado por (Hoare, 1961) que preconiza a ordenação fundamentada na técnica de divisão e conquista, na qual um determinado vetor é dividido em dois, por meio de um procedimento recursivo.

Podemos dividir o funcionamento do *Quick Sort* em três etapas:

1ª Etapa: Dividir: Um vetor é dividido em dois subvetores não vazios. É escolhido um elemento no meio do vetor que recebe o nome de pivô. Os elementos são ordenados de maneira que os que ficarem à esquerda do pivô são menores ou iguais ao pivô, e os elementos à direita do pivô são maiores ou iguais ao pivô.

2ª Etapa: Conquistar: Os dois subvetores são ordenados recursivamente.

3ª Etapa: Combinar: Durante o processo recursivo, os elementos são ordenados no próprio vetor, não havendo nenhum processamento nesta etapa.

### **5. Experimentos Numéricos**

A arquitetura de *hardware* que contemplará os experimentos numéricos, contará com um a seguinte configuração: Processador Intel® Core™ i5 3210M de 2.50 GHz, 6GB de memória DDR3 SDRAM 1600 MHz, armazenamento 2.5" SATA com espaço de 500GB com 5400 RPM e sistema operacional Linux Ubuntu (16.04.2).

Serão implementados os algoritmos de ordenação, *Bubble Sort* e *Quick Sort*. A proposição destes dois algoritmos dá-se pelo fato de apresentarem complexidade distintas, na qual o tempo de execução do *Bubble Sort* no pior caso é  $O(n^2)$ , e o tempo de execução do *Quick Sort* no pior caso é  $O(n \cdot \log n)$ . Pretendemos concluir que as duas linguagens de programação apresentam desempenho inferior, ou superior em cenários distintos de complexidade, ou que uma das linguagens apresenta desempenho superior a outra independente da complexidade do algoritmo. Essa implementação, ocorrerá em duas linguagens de programação; uma orientada a objetos e uma estruturada, sendo as linguagens escolhidas Java e C respectivamente.

Utilizaremos como base de dados para os experimentos numéricos uma implementação própria desenvolvida em linguagem C, que possua como suporte a função *rand* para geração de vetores com números aleatórios para possibilitar os testes de ordenação.

Faremos ensaios nos quais o primeiro vetor será da grandeza numérica de dez elevado a terceira potência, e os demais seguirão um padrão de grandeza no qual o expoente adjacente será aumentado em três.

Com intuito de analisar a distribuição dos tempos e eliminar possíveis *outliers*, cada ensaio será executado cinco vezes, utilizando a mesma massa de dados em cada etapa do experimento. O experimento chegará ao fim, no momento em que chegarmos a um valor no qual a ordenação desse vetor ultrapasse cinco horas para ser concluído utilizando o algoritmo *Quick Sort* em C.

## 6. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

A arquitetura dos computadores evoluiu bastante no decorrer das décadas (Tanenbaum, 2010) e, conseqüentemente, as linguagens de programação de que eles fazem uso também (Deitel & Deitel, 2010). Essa afirmação nos leva ao seguinte questionamento: ainda há diferenças significativas entre implementações feitas com diferentes paradigmas de linguagens de programação?

Os próximos passos deste estudo buscarão responder se essas diferenças podem ser relacionadas as questões semânticas, do processo de escrita do código fonte, ou mesmo no desempenho do processamento de soluções. Posteriormente iremos implementar os mesmos testes em plataformas de *hardware* mais potentes para averiguar a diferença de desempenho de processamento em arquiteturas atuais.

## 7. Referências

- Ascencio, Ana, F. G. & Araújo, Graziela, S. (2010). Estruturas de Dados: Algoritmos, análise de complexidade e implementações em Java e C/CC++". 1.ed. São Paulo: Editora Pearson. ISBN 978-85-7605-881-6
- Ascencio, Ana, F. G. & Campos, Edilene, A. V. (2014). Fundamentos da Programação de Computadores: Algoritmos, Pascal e C++. 3.ed. São Paulo: Editora Pearson
- Deitel, Paul & Deitel, Harvey. (2010), Java Como Programar. 8. ed. São Paulo: Editora Pearson, ISBN 9788576055631
- Deitel, Paul & Deitel, Harvey. (2011), Como Programar em C. 6.ed. São Paulo: Editora Pearson, ISBN 9788576059349
- Friend, E. (1956), Sorting on Electronic Computer Systems, Journal of the ACM, vol. 3 Issue 3, July 1956, Page 134-135. DOI 10.1145/320831.320833
- Hoare, C.A.R. (1961), Algorithm 64: Quicksort. Magazine Communications of the ACM, vol. 4 Issue 7, July 1961, Page 321. DOI 10.1145/366622.366644
- Oracle, (2017), Java Platform, Standard Edition (Java SE), Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/java/technologies/java-se.html>>. Acesso em: 04 jul. 2017
- Tanenbaum, Andrew, S. (2010). Sistemas Operacionais Modernos, 3. ed. São Paulo: Editora Pearson, ISBN 9788576055631, ISBN: 8576052377 e ISBN13: 9788576052371

# Design Participativo na Identificação de Soluções IoT no Homecare de Idosos - Uma Revisão Sistemática

Renata de Podestá Gaspar<sup>1</sup>, Rita de Cássia Catini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Campo Limpo Paulista - Campo Limpo Paulista – SP – Brasil

<sup>2</sup>Faculdade de Tecnologia Arthur Azevedo (FATEC) - Mogi-Mirim, SP - Brasil  
[repodesta@gmail.com](mailto:repodesta@gmail.com), [ritacatini@gmail.com](mailto:ritacatini@gmail.com)

**Abstract.** *Population aging and increased life expectancy are 21st century achievements, but they generate great challenges to keep the well-being for elderly, especially within their homes. The Internet of Things (IoT) is a technological revolution that aims to connect devices used in the day-to-day life to the Internet, whose development depends on innovation in sensors, artificial intelligence and security. So, this research was developed in 4 scientific bases to identify which participatory design methods are used in IoT homecare solutions for elderly. The main expectation of this research is to contribute with state-of-the-art analysis and reflexion for future research.*

**Resumo.** *O envelhecimento populacional e aumento da expectativa de vida é uma conquista do século XXI, mas geram grandes desafios na manutenção do bem-estar dos idosos, principalmente dentro de suas casas. A Internet das Coisas (IoT) é uma revolução tecnológica que tem por objetivo conectar dispositivos utilizados no dia-a-dia à Internet, cujo desenvolvimento depende da inovação em sensores, inteligência artificial e segurança. Diante disto, esta pesquisa realizada em 4 bases científicas tem por objetivo identificar quais métodos de design participativo são usados no desenvolvimento de soluções IoT homecare para idosos. Espera-se que este resultado contribua para uma análise de estado da arte e reflexões para pesquisas futuras.*

## 1. Introdução

Envelhecer é um processo natural e que marca uma etapa de vida. Muitas vezes a idade cronológica é utilizada como o fator de classificação do idoso. No Brasil, a Lei Nº 8.842 (1994), delibera que deve ser considerada idosa a pessoa maior de sessenta anos de idade. Porém, usar apenas a idade cronológica como item de classificação é insuficiente, já que diferenças relacionadas ao estado de saúde e independência influenciam indivíduos da mesma idade.

Para Blythe, Wright e Monk (2004), os idosos não são um grupo homogêneo: não vivem nos mesmos lugares, não têm acesso aos mesmos recursos e não têm as mesmas capacidades.

O uso de tecnologia na saúde dos idosos permite diagnósticos precisos e o tratamento efetivo de uma grande quantidade de doenças e, de acordo com Magjarevic (2007), essa abordagem no setor de saúde permite não apenas monitorar e melhorar a saúde dos indivíduos, mas também aumentar sua independência, mobilidade, segurança e contato social através das tecnologias disponíveis.

Diante de um público tão diversificado, e com necessidades tão específicas,

existem inúmeras oportunidades e desafios no desenvolvimento de novas tecnologias. Dessa forma, fazer uso de técnicas de design participativo mostrou-se uma ferramenta valiosa para encontrar as melhores soluções.

Para esta análise, realizamos uma revisão sistemática realizada em 4 bases científicas, que resultaram em 20 trabalhos relacionados, sendo 12 incluídos e 8 excluídos. Fundamentou-se esta pesquisa a partir de um referencial teórico (seção 2), exibiu-se o método e resultados (seção 3) e uma análise comparativa (seção 4).

## **2. Contextualização**

Esta seção apresenta uma visão geral referente às áreas de concentração desta pesquisa, importantes para o claro entendimento do trabalho realizado.

### **2.1. Homecare**

Segundo Spinsante et al (2017) a maioria das pessoas idosas prefere viver em suas próprias casas, ser o mais autônomo possível (independência), ter um bom estado funcional (saúde e bem-estar), fazendo parte da vida cotidiana de sua família, vizinhos e comunidade (inclusão social) e com capacidade para se mover e exercitar (mobilidade).

A Organização Mundial da Saúde afirma que *homecare* pode ser definido como uma série de serviços de saúde e assistência social prestados aos clientes em sua própria residência [Knight e Tjassing, 1994]. Tais serviços coordenados podem prevenir, atrasar ou substituir os cuidados institucionais temporários ou de longo prazo.

*Ambient Assisted Living (AAL)* é uma abordagem na qual tecnologias inteligentes são desenvolvidas para construir ambientes *homecare* seguros em torno de pessoas assistidas e ajudá-las a manter uma vida independente. Isso pode oferecer aos idosos a possibilidade de viver de forma autônoma em suas casas [Spinsante et al 2017].

### **2.2. IoT**

A tecnologia faz parte do cotidiano e as pessoas estão cada vez mais dependentes dela. Conforme Satyanarayanan (2001), a computação ubíqua ou pervasiva, em sua essência, disponibiliza recursos computacionais em todo o ambiente tornando-os efetivamente invisíveis para o usuário.

Segundo Al-Fuqaha (2015) a Internet pode ser usada como infraestrutura de comunicação entre dispositivos e a premissa básica é que os sensores inteligentes se comuniquem sem envolvimento humano, oferecendo aplicativos de apoio à tomada de decisão - contexto este denominado de IoT ou Internet das Coisas.

Na *AAL* os dispositivos podem ser conectados entre si de modo ubíquo e *IoT* apresenta-se com as características necessárias para a construção deste ambiente, com a possibilidade de interligar dispositivos heterogêneos, dando apoio na tomada de decisão.

### **2.3. Design Participativo**

O Design Centrado no Usuário (DCU), é uma abordagem que, segundo Abras, Maloney-Krichmar e Preece (2004), descreve os processos em que os usuários finais influenciam a maneira como um design toma forma. Conforme os autores, o Design Participativo é um dos métodos desta abordagem, onde os usuários estão envolvidos em todas as fases do desenvolvimento dos produtos, em essência são co-designers.

O Design Participativo torna-se um forte aliado na concepção de sistemas inovadores para idosos na medida em que eles são envolvidos ativamente em todo o processo de construção. Existem várias técnicas que auxiliam neste processo e Chin (2004) cita como exemplos *Artifact Walkthrough*, *Blueprint mapping*, *Storytelling*, *Storyboard prototyping*, *Sketching*, entre outros.

### 3. Metodologia de Revisão

Para realizar a pesquisa utilizamos a metodologia de revisão sistemática sugerida por Kitchenham (2004), em três fases: Planejamento, Execução e Análise de Resultados.

#### 3.1. Planejamento

A pesquisa tem por objetivo responder à questão: “*Quais técnicas de Design Participativo são utilizadas para identificar soluções IoT para homecare de idosos?*”

Para tanto, foram identificadas as questões complementares abaixo:

**Q1.** *Quais os principais cuidados monitorados no homecare de idosos?*

**Q2.** *Quais soluções IoT estão presentes no homecare de idosos?*

**Q3.** *Qual o modelo de participação dos usuários no processo de design?*

Abaixo seguem os parâmetros definidos para a pesquisa (Tabela 1):

**Tabela 1. Parâmetros da Pesquisa**

<b>Estratégia</b>	Artigos de 2010 a 2017 publicados em revistas e congressos, em inglês.
<b>Fontes de pesquisa</b>	IEEE Xplore Digital Library, ACM Digital Library, Springer Link, Science Direct.
<b>Palavras-chave</b>	<i>Participatory Design (Design Participativo)</i> , IoT, <i>Homecare</i> , <i>Elderly</i> (idosos)

Para ampliar o resultado da pesquisa foram utilizados sinônimos, em inglês, das palavras-chave acima, segundo a (Tabela 2).

**Tabela 2. Lista de Sinônimos**

<b>Palavra-Chave</b>	<b>Sinônimos</b>
<i>Elderly</i>	<i>elderly person, old person, old adult, aged person, ageing person, elderly people, old people, old adults, aged people, ageing people</i>
<i>IoT</i>	<i>ubiquitous computing, internet of things, web of things</i>
<i>Homecare</i>	<i>Home care</i>
<i>Participatory Design</i>	<i>collaborative design</i>

Uma vez realizadas as buscas, esta foi refinada utilizando critérios de seleção (Tabela 3) a partir da leitura do **Título** e **Resumo** de cada artigo. Uma vez atendidos aos critérios, o artigo era selecionado como **estudo primário** para leitura integral.

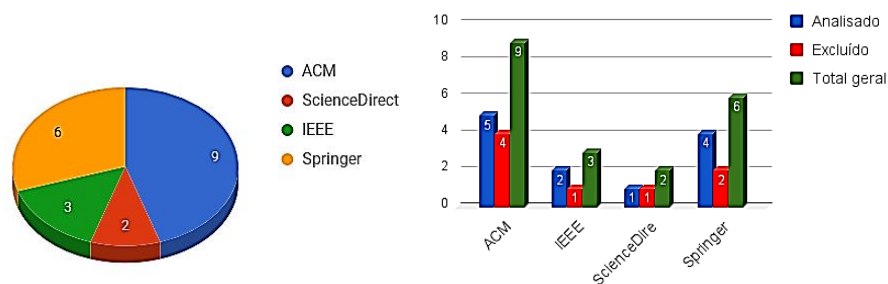
**Tabela 3. Critérios de Seleção: Inclusão e Exclusão**

<b>Critério</b>	<b>ID</b>	<b>Descrição</b>
<b>Inclusão</b>	<b>I1</b>	Considerar pesquisas que envolvam idosos ou tragam benefícios para este público
	<b>I2</b>	Avaliar alternativas de <i>homecare</i> utilizando Internet das Coisas com idosos
	<b>I3</b>	Considerar estudos que utilizem técnicas de design participativo com idosos
<b>Exclusão</b>	<b>E1</b>	Artigos com idioma diferente de inglês
	<b>E2</b>	Artigos do mesmo tema e autor, em diferentes bases
	<b>E3</b>	Abordam experimentação técnicas para viabilizar internet das coisas (Protocolos, etc)
	<b>E4</b>	Abordam implementação de IoT para <i>homecare</i> sem trazer benefícios aos idosos



### 3.2. Execução

Como resultado da pesquisa foram recuperados **20 trabalhos**. Destes, 8 artigos que não atenderam aos critérios de seleção, e portanto, não foram considerados adequados para a revisão sistemática. Identificamos **12 estudos primários** a serem analisados de acordo com os critérios de seleção apresentados na (Tabela 3). O resultado consolidado é observado na Figura 1.



**Figura 1. Total de Estudos Primários por Base e Status**

Os estudos primários selecionados para análise, os respectivos critérios aplicados e a solução tecnológica de homecare encontram-se a seguir (Tabela 4).

**Tabela 4. Resultado da Pesquisa, Critérios de Seleção e solução tecnológica abordada**

Artigo	Fonte	Critério	Tecnologia para Homecare
[Wagner et al. 2013]	ACM	I1/I2/I3	Plataforma que permite a conexão de vários dispositivos <i>homecare</i> de forma independente e integrada.
[Schulte, Marshall and Cox 2016]	ACM	I1/I2	Identificar sinais de comportamento, ambiente e fisiológicos, para alerta aos cuidadores sobre perigo.
[Grönvall and Verdezoto 2013]	ACM	I1/I3	Medição de pressão em idosos e o impacto em suas atividades diárias: melhor visualização das informações.
[Davis et al. 2016]	ACM	I1/I2/I3	Display visual para comunicação entre idosos e cuidadores através de sensores de emoção e movimento.
[Wan et al. 2016]	ACM	I1/I3	Uso de sensores com GPS para monitorar localização de idosos com demência avançada.
[Spinsante et al. 2017]	Science Direct	I1/I2/I3	Não discute uma tecnologia específica, mas sim aborda os diferentes tipos: assistenciais, prevenção, reabilitação.
[Marti and Iacono 2015]	IEEE	I1/I2	Robô projetado para facilitar a vida independente de pessoas idosas em casa.
[Aarhus, Grönval and Kyng 2010]	IEEE	I1/I3	Reabilitação de idosos que são afetados por disfunção vestibular (causa vertigem) e sua reabilitação.
[Christensen and Grönvall 2011]	Springer	I1/I3	Troca de mensagens entre familiares e cuidadores através de sistema inteligente com uso de sensores.
[Cozza, Angeli, and Tonolli 2017]	Springer	I1/I2	Aumentar a segurança de idosos saudáveis através do uso de sensores, promovendo maior independência em casa.
[Siek et al. 2011]	Springer	I1/I3	Gerenciar medicações ministradas aos idosos por eles ou cuidadores com aplicativo e computação ubíqua.
[Menschner et al. 2011]	Springer	I2/I3	Monitoramento nutricional com uso de aplicativo com médicos e nutricionistas para autorização ou orientação.

## 4. Análise dos Resultados

Com objetivo de responder à questão principal de pesquisa, foram lidos todos os artigos da (Tabela 4), e realizada análise comparativa a partir das seguintes questões:

### Q1. Quais os principais cuidados monitorados no *homecare* para idosos?

Observou-se que o maior cuidado monitorado dentro de casa é a saúde, mencionado em **4 artigos**: [Grönvall and Verdezoto 2013], [Schulte, Marshall and Cox 2016], [Siek et al. 2011], [Menschner et al. 2011]. Além da saúde, são monitorados também a localização, a segurança, a comunicação e a reabilitação.

Os desafios mais observados nos artigos com relação ao uso de tecnologias *homecare* são: a abertura para mudança [Wagner et al. 2013], a dificuldade em lidar com novas tecnologias [Wagner et al. 2013] e [Christensen and Grönvall 2011], bem como questões éticas relacionadas à segurança [Davis et al. 2016] e manutenção da privacidade dos idosos [Schulte, Marshall and Cox 2016].

### Q2. Quais soluções *IoT* estão presentes no *homecare* de idosos?

Observou-se que apenas **1 artigo** [Spinsante et al. 2017] menciona o termo *IoT* diretamente como uma alternativa no *homecare*, mas sem explorar a solução.

Cerca de 7 artigos retornaram na pesquisa de sinônimos, porém não podem ser consideradas *IoT* pois usam computação ubíqua mas não existe tomada de decisão autônoma pelos sistemas: [Schulte, Marshall and Cox 2016], [Grönvall and Verdezoto 2013], [Wan et al. 2016], [Aarhus, Grönval and Kyng 2010], [Siek et al. 2011], [Menschner et al. 2011], [Marti and Iacono 2015].

Cerca de 4 artigos não mencionam *IoT* diretamente, porém possuem tecnologias de computação ubíqua e tomada de decisão, e por isso podem ser consideradas *IoT* no que se refere a *homecare* de idosos. Foram utilizados os seguintes termos: sensores (ambiente, movimento, emoção), RFID, computação ubíqua e pervasiva.

Os principais desafios apresentados para uso de *IoT* segundo Wagner et al. (2013) são: integração dos sensores devido à falta de um protocolo comum, código fechado de aplicativos e dispositivos e a compatibilidade com equipamentos já existentes. Além disso, a segurança de uso de sensores, principalmente *wearables* [Davis et al. 2016], apesar de suas vantagens, é um fator a ser aprimorado.

### Q3. Qual o modelo de participação dos usuários no processo de design?

Uma vez avaliadas as tecnologias de *homecare* para idosos (Q1) e o uso de *IoT* neste monitoramento (Q2), é possível avaliar as técnicas de Design Participativo utilizadas.

Na (Tabela 6) observam-se as técnicas utilizadas e os usuários envolvidos no processo. Os artigos [Wagner et al. 2013], [Christensen and Grönvall 2011], [Spinsante et al. 2017], [Aarhus, Grönval and Kyng 2010] não foram incluídos na tabela pois não detalham o método participativo, apenas mencionam sua utilização.

Observa-se que a técnica mais utilizada, mencionada em 6 artigos, foi a descrição de cenários (atuais e futuros) de forma narrativa em *workshops*, tanto no levantamento de requisitos bem como na construção e validação de protótipos.

Em todos os artigos há envolvimento dos idosos e/ou familiares no processo de design. Wan et al. (2016) enfatiza a seleção de stakeholders adequados em cada fase, para

não gerar uma visão unilateral. E para melhorar o engajamento dos idosos no processo, Marti et al. (2015) aposta na diversidade de materiais (vídeos, imagens, canetas coloridas, post-it e pôsteres).

Schulte, Marshall e Cox (2016) reforçam a importância de utilizar Personas, representação fictícia de um usuário, para maior abrangência do processo, além de aplicar o método participativo para aproximar usuários da solução, quebrar barreiras e gerar empatia, aumentando o engajamento.

**Tabela 6. Processo de Design, Stakeholders envolvidos e Método de Design Participativo**

Artigo	Técnicas de Design	Stakeholders	Design Participativo (DP)
[Schulte, Marshall and Cox 2016]	Design Participativo com uso de personas	Grupo fechado, Pesquisa na Internet	<b>Processo detalhado: Cenários</b> -Design fictício: narrativa de cenários futuros para identificar pontos positivos e negativos, valores e limitações do uso de inovações.
[Grönvall and Verdezoto 2013]	Entrevistas, grupo focal, Workshops, Observação, Prototipação, Pesquisa <i>web</i> (coleta de feedbacks)	Idosos, Enfermeira	<b>O processo detalhado: Workshops</b> -Workshop 1: apresentação do trabalho; -Workshop 2: entendimento da rotina: desenhos da casa, calendário de rotinas, brainstorm; -Workshop 3: entrevista: compartilhar experiências e análise protótipo
[Davis et al. 2016]	Brainstorm (concepção da ideia), Workshop, Design Participativo, Entrevistas Individuais, Análise dos Resultados	Pesquisadores, Idosos, Cuidadores	<b>Processo detalhado: Co-construção de Histórias</b> -Workshop - Estudo do usuário: história para aquecimento, questões para incentivar comentários e discussão em grupo - Uso de imagens para construção de histórias
[Wan et al. 2016]	Visita instituições, Observação rotina, Entrevistas, Workshop, Oficinas Protótipos	Cuidadores, Pacientes, Pesquisadores, Desenvolvedor	<b>Processo parcialmente detalhado: Workshop</b> Coleta de requisitos, validação de protótipos e da solução final
[Marti and Iacono 2015]	Design participativo	Idosos, Jovens	<b>Processo detalhado: Vídeos-cenários</b> -Avaliação da interface do aplicativo no Tablet -Vídeos-Cenários: interação, avaliação da empatia e familiarização com Robô
[Cozza, Angeli, and Tonolli 2017]	Revisão Sistemática, Diário pessoal, Entrevista, Design participativo, Validação	Idosos	<b>Processo parcialmente detalhado: Cenários</b> - Design participativo baseado em cenários - Técnica etnográfica (fotos)
[Siek et al. 2011]	Teste, Workshops, Avaliação de Protótipo, Análise GoogleHealth	Idosos, Cuidadores, Médicos	<b>Processo detalhado: cenários</b> - Cenários e protótipos de baixa fidelidade em forma de desenhos para facilitar o entendimento
[Menschner et al. 2011]	Análise contexto, BluePrinting, Protótipos, Workshops, Teste	Médicos, Pacientes, Familiares	<b>Processo parcialmente detalhado: cenários</b> - Método baseado em <b>Cenários</b> (Novel) - Técnica "pensando alto" ( <i>thinking aloud</i> ) para requisitos e identificar necessidades.

## 5. Conclusão

A partir da revisão sistemática percebe-se que existem inúmeros desafios a serem explorados no desenvolvimento de tecnologias no que se refere a *homecare* de idosos. Identificou-se também que a computação ubíqua aumenta seu potencial de aceitação, uma vez que sua aplicação é imperceptível e os benefícios no *AAL* significativos.

No contexto de computação ubíqua, surge a inovadora IoT, e constatou-se na análise um amplo espaço para pesquisas futuras no que se refere a utilização de *IoT* em *homecare* de idosos, já que esta tecnologia foi pouco explorada nos artigos.

Observou-se que o uso do método participativo aproxima idosos e familiares da proposta de solução, por isso a importância de envolvê-los no processo. A técnica participativa mais citada foi “cenários narrativos” (atuais e futuros) em *workshops*, tanto no levantamento de requisitos como na construção e validação de protótipos. O uso de protótipos mostrou-se fundamental em grande parte dos artigos, uma vez que permite a materialização de novas ideias pelos idosos, principalmente se falando de inovação.

Espera-se que este trabalho contribua para uma análise do estado da arte e importância do design participativo no desenvolvimento de soluções inovadoras, bem como o envolvimento de pessoas idosas e seus stakeholders para melhores resultados.

Como próximo passo, recomenda-se que esta pesquisa seja ampliada para artigos em português, inclusão de termos identificados nesta revisão na lista de sinônimos e uma investigação específica de alternativas de *IoT* para o *homecare*.

## Referências

- Aarhus, R., Grönvall, E., & Kyng, M. (2010, March). Challenges in participation. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2010 4th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, Munich, 2010*, pp. 1-4. IEEE.
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications*, 37(4), 445-456.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347-2376.
- Blythe, M. A., Wright, P. C., & Monk, A. F. (2004). Little brother: could and should wearable computing technologies be applied to reducing older people's fear of crime?. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(6), 402-415.
- BRASIL. Lei 8842, de 04 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a política nacional do idoso, cria o Conselho Nacional do Idoso e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8842.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8842.htm)>. Acesso em: junho 2017.
- Chin G. (2004) A case study in the participatory design of a collaborative science-based learning environment. *PhD dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University*, 2004.
- Christensen, L. R., & Grönvall, E. (2011). Challenges and opportunities for collaborative technologies for home care work. In *ECSCW 2011: Proceedings of the 12th European Conference on Computer Supported Cooperative Work, 24-28 September 2011, Aarhus Denmark* (pp. 61-80). Springer London.
- Cozza, M., De Angeli, A., & Tonolli, L. (2017). Ubiquitous technologies for older people. *Personal and Ubiquitous Computing*. June 2017, Volume 21, Issue 3, pp 607–619. <https://doi.org/10.1007/s00779-017-1003-7>

- Davis, K., Feijs, L., Hu, J., Marcenaro, L., & Regazzoni, C. (2016, October). Improving awareness and social connectedness through the social hue: Insights and perspectives. In *Proceedings of the International Symposium on Interactive Technology and Ageing Populations* (pp. 12-23). ACM.
- Grönvall, E., & Verdezoto, N. (2013, August). Understanding challenges and opportunities of preventive blood pressure self-monitoring at home. In *Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics* (p. 31). ACM.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004), 1-26.
- Knight, S., & Tjassing, H. (1994). Health care moves to the home. *World Health*, 4, 413-444.
- Magjarevic, R. (2007). Home care technologies for ambient assisted living. In *11th Mediterranean Conference on Medical and Biomedical Engineering and Computing 2007* (pp. 397-400). Springer Berlin Heidelberg.
- Marti, P., & Iacono, I. (2015, August). Social and empathic behaviours: novel interfaces and interaction modalities. In *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on* (pp. 217-222). IEEE.
- Menschner, P., Prinz, A., Koene, P., Köbler, F., Altmann, M., Krcmar, H., & Leimeister, J. M. (2011). Reaching into patients' homes—participatory designed AAL services. *Electronic Markets*, 21(1), 63-76.
- Satyanarayanan, M. (2001). Pervasive computing: Vision and challenges. *IEEE Personal communications*, 8(4), 10-17.
- Schulte, B. F., Marshall, P., & Cox, A. L. (2016, October). Homes For Life: A Design Fiction Probe. In *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (p. 80). ACM.
- Siek, K. A., Khan, D. U., Ross, S. E., Haverhals, L. M., Meyers, J., & Cali, S. R. (2011). Designing a personal health application for older adults to manage medications: a comprehensive case study. *Journal of medical systems*, 35(5), 1099-1121.
- Spinsante, S., Stara, V., Felici, E., Montanini, L., Raffaelli, L., Rossi, L. and Gambi, E. (2017). Ambient Assisted Living and Enhanced Living Environments: Principles, Technologies and Control: chapter 4, pages 61-85. Elsevier.
- Wagner, S., Hansen, F. O., Pedersen, C. F., Memon, M., Aysha, F. H., Mathissen, M., ... & Wesby, O. L. (2013, May). CareStore platform for seamless deployment of ambient assisted living applications and devices. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2013 7th International Conference on* (pp. 240-243). IEEE.
- Wan, L., Müller, C., Randall, D., & Wulf, V. (2016). Design of A GPS Monitoring System for Dementia Care and its Challenges in Academia-Industry Project. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 23(5), 31.

# Dimensionamento do Número de Redes Corporais Sem Fio (WBAN's) para Estrutura de Rede do Tipo Cluster

Robhyson Denys R. da Silva, Shusaburo Motoyama

Programa de Mestrado em Ciência da Computação

Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) – Campo Limpo Paulista, SP – Brazil

denys.robhyson@gmail.com, shumotoyama@gmail.com

**Abstract.** *A WBANs (Wireless Body Area Networks) number dimensioning technique for cluster-type network structure is proposed in this paper. The WBANs, in this structure, are located, together with the sink nodes, at the ends of the network. An access scheme is provided so that the sink nodes, which temporarily store the data packets of the WBANs, transmit these packets to the collector nodes. The collector nodes form a cluster that cooperate to forward the data to a coordinator node that in its turn has access to the hospital directly or through the Internet. The transmission links used in this structure are all wireless links, of relatively low capacities. In addition, since the data are medical, there is a need for such data to reach the hospital as quickly as possible. The proposed dimensioning technique takes into account for the calculation of the number of WBANs, the packet delays in whole network which are estimated through the queuing theory. The results show that capacities of link and total network delay are essential for dimensioning the number of WBANs.*

**Resumo.** *Neste artigo é proposta uma técnica de dimensionamento de número de WBANs para a estrutura de rede do tipo cluster. As WBANs, nessa estrutura, ficam, juntamente com os nós sinks, nas extremidades da rede. Um esquema de acesso é providenciado para que os nós sinks, que temporariamente, armazenam os pacotes de dados das WBANs, transmitam esses pacotes para os nós coletores. Os nós coletores formam um cluster que se cooperam para encaminhar os dados até um nó coordenador que por sua vez tem acesso ao hospital diretamente ou através da Internet. Os enlaces de transmissão utilizados nessa estrutura são todos sem fio de, relativamente, capacidades baixas. Além disso, como os dados são médicos, há necessidade desses dados chegarem o mais rápido possível ao hospital. O dimensionamento proposto, neste artigo, leva em conta para o cálculo das WBANs, os atrasos dos pacotes em toda rede que são estimados através da teoria de fila. Os resultados mostram que as capacidades dos enlaces e o atraso total da rede são essenciais para dimensionar o número de WBANs.*

## 1. Introdução

A evolução de rede sem fio está permitindo inovações tecnológicas que podem afetar todo o cotidiano das pessoas [1]. Essas inovações estão revolucionando aplicações tecnológicas em controle, em rastreamento, em monitoramento e em automação [2][3]. Uma evolução bastante observada ocorreu em Rede de Sensores Sem Fio (RSSF), e que está possibilitando a sua aplicação em área médica. Uma das redes mais notáveis nessa área é

a Rede Corporal de Sensores Sem Fio (WBAN - Wireless Body Area Network, em inglês) que permite o monitoramento remoto e contínuo de todos os órgãos vitais de uma pessoa acamada ou em movimento.

Os nós sensores em WBANs são heterogêneos, de baixo custo, com limitação de energia, reduzido e capturam informações fisiológicas que são armazenadas em um nó denominado de *sink* e posteriormente são enviadas a uma estação base central através de comunicação sem fio[4]. Os dispositivos sensores do WBAN devem fornecer respostas em tempo real sem causar desconforto ao usuário, proporcionando também maior flexibilidade e mobilidade [5].

As WBANs podem ficar fisicamente alojadas dentro de hospitais, nas casas de repouso de idosos ou ainda em residências de pacientes. Dessa forma, as WBANs podem ficar espalhadas em uma área relativamente grande e há necessidade de uma infraestrutura de rede para coletar os dados armazenados em nós *sink* e enviar à estação base. Nos casos de hospitais e casas de repouso que possuem redes locais e Wi-Fis, essas infraestruturas de rede poderão ser utilizadas sem nenhuma dificuldade. No caso de WBANs em residências, se as residências possuem Wi-Fis ou celulares 3G ou 4G, essas infraestruturas poderão ser usadas diretamente. Entretanto, em locais mais longínquos onde não existam infraestrutura de rede ou celulares 3G ou 4G, tais como em aldeias indígenas, em locais rurais pouco habitados ou mesmo em residências das cidades com dificuldade de acessos às redes de comunicação, há necessidade de implantar uma nova infraestrutura de rede. Uma infraestrutura de rede proposta na literatura para esses casos utiliza nós coletores[6][7]. Os nós coletores formam uma estrutura em cluster, e atuam coletivamente e cooperativamente para transportar os dados até a estação base. Os principais objetivos desses artigos são as apresentações das concepções dessas redes e os seus detalhamentos. Uma diferente abordagem é feita em[8]. Nessa abordagem, um estudo de dimensionamento de WBANs é apresentado levando em conta somente o atraso em um buffer do nó final (nó coordenador) onde todos os pacotes são direcionados.

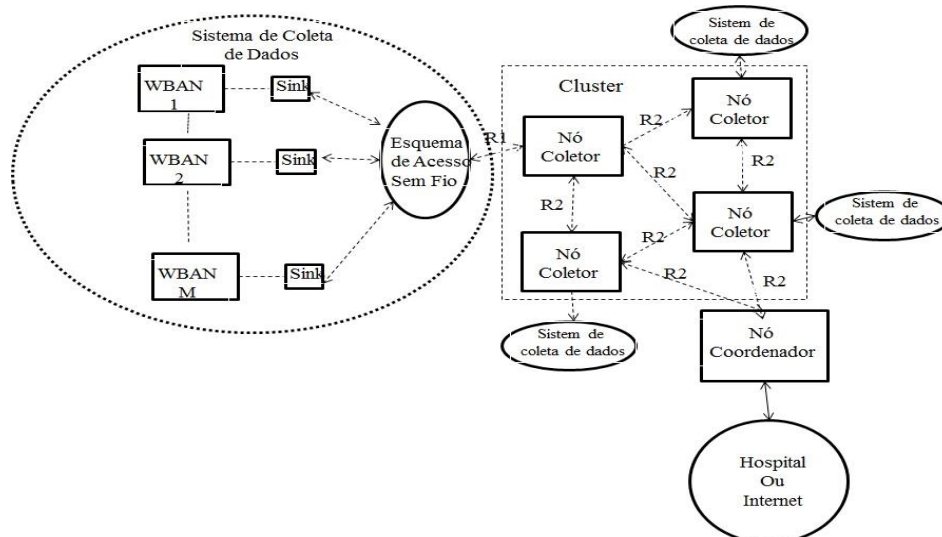
O objetivo deste trabalho é propor, também, um dimensionamento do número de WBANs em uma rede com estrutura do tipo cluster. Nessa proposta, entretanto, os nós coletores possuem capacidades de enlace limitadas e são providas de esquemas de acesso para as WBANs enviarem os pacotes de dados. Além disso, o principal critério de restrição de dimensionamento utilizado neste trabalho é o atraso total na rede que deve ficar em valor baixo, próximo ao atraso utilizado para processar dados em tempo real.

Este artigo está organizado em 4 seções. Na Seção 2 a seguir, são apresentados a configuração da rede proposta para coleta de dados das WBANs, assim como, esquema de acesso. O modelo de rede, estimação de atrasos, exemplos numéricos e resultados para o dimensionamento são discutidos na Seção 3. Finalmente, na última seção são apresentadas as conclusões deste artigo.

## **2. Estrutura da Rede Proposta**

Na Fig. 1 é mostrada a configuração da rede proposta para coletar os dados das WBANs. Na parte denominada Sistema de Coleta de Dados, estão as várias WBANs que podem estar espalhadas em várias residências, casas de repouso e hospitais, e em cada WBAN é providenciado o nó *sink* que tem a função de coletar os dados da WBAN e depois

transmitir através de um esquema de acesso ao nó coletor. Todos os sistemas de coleta de dados, assim como os nós coletores da Fig. 1 operam com transmissão sem fio, através de rádios (mostrados com enlaces de linhas pontilhadas na figura).



**Figura 1. Estrutura de Rede para Coleta de Dados.**

O esquema de acesso é utilizado para sincronizar e ordenar as transmissões de dados dos *sinks* para o nó coletor. Os principais esquemas de acesso que podem ser utilizados nesta configuração sem fio são *TDMA* (Time Division Multiple Access) e *Polling*, pelas suas simplicidades. Os nós coletores formam uma estrutura cluster e trocam informações entre si para cooperativamente enviar os dados ao nó coordenador. Essa cooperação se dá no sentido de descobrir o caminho mais rápido ao nó coordenador, ou um caminho possível, devido a um nó coletor necessitar economizar energia, e assim escolher um caminho que evite aquele nó coletor. O nó coordenador tem conexão direta com a infraestrutura computacional do hospital ou tem acesso a Internet para encaminhar os dados até ao hospital.

### 3. Dimensionamento do Número de WBANs

Na configuração proposta na Fig.1, devido a suposição de utilização de enlaces sem fio que operam com capacidades relativamente baixas e limitadas, é importante dimensionar o número de WBANs em cada nó coletor para que não haja atrasos longos dos pacotes de dados. Esses atrasos longos podem tornar críticos em casos de dados urgentes dos pacientes. Assim, o objetivo deste trabalho é dimensionar o valor M de WBANs, sujeito a restrição de atraso total de transferência próximo ao processamento de tempo real, ou seja, um atraso total menor ou em torno de 500 ms. O atraso total de transferência é definido neste trabalho como o atraso de pacote desde a sua chegada ao nó *sink* até ser entregue ao nó coordenador.

#### 3.1 Modelo de rede para dimensionamento

Para este trabalho, será adotado o esquema de acesso TDMA, e as capacidades de enlaces de radio do TDMA (R1) e de todos os nós coletores (R2) serão iguais.

O TDMA opera com estrutura de quadros cíclicos e sincronizados, como mostra a Fig. 2.



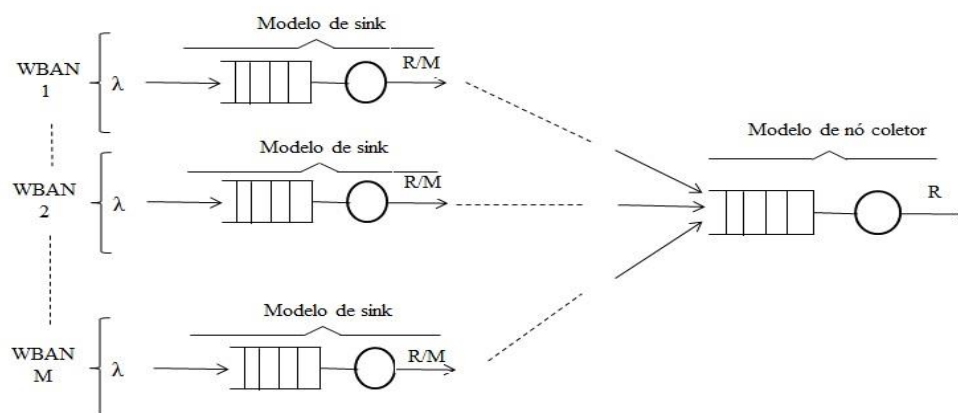


**Figura 2. Estrutura de quadros do TDMA.**

Cada quadro é dividido em  $M$  slots de tempo ou canais em que os pacotes das WBANs são acomodados. Dessa forma, em cada quadro até  $M$  pacotes de comprimento fixo das WBANs podem ser transmitidos. Somente um pacote de cada WBAN é transmitido em cada quadro. Portanto, cada sink possui um buffer para armazenar os pacotes que não podem ser transmitidos em um quadro.

As seguintes suposições são adotadas. Os pacotes que chegam de cada WBAN para cada sink obedecem a uma distribuição de Poisson de taxa  $\lambda$ . O comprimento de pacote é fixo e tem  $E\{X\}$  bits. As capacidades de todos os enlaces de transmissão são iguais em  $R$  bits/s. Assim, o comprimento do quadro em tempo será igual a  $M.E\{x\}/R$  s. Quando um sink está transmitindo em seu respectivo canal ou time slot, transmitirá a uma taxa de  $R$  bits/s, mas sob o ponto de vista de fila, a capacidade de atendimento será somente  $R/M$  por sink. Supõe-se, também, que cada nó coletor possua um buffer para recepção dos pacotes de dados dos sinks.

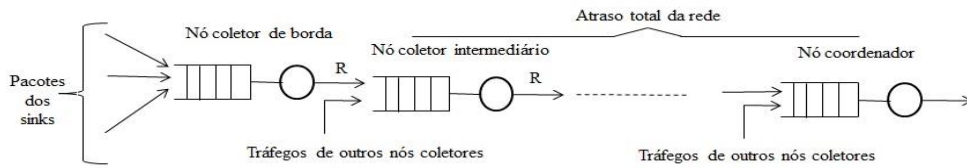
Com as suposições adotadas, o modelo de fila do sistema de coleta de dados incluindo o buffer do nó coletor para o dimensionamento será aquele mostrado na Fig. 3.



**Figura 3. Modelo de fila do sistema de coleta de dados.**

A figura mostra que em cada nó sink chegam os pacotes das WBANs, a uma taxa média de  $\lambda$  pcts/s, e são transferidos, através do TDMA (representado por linhas pontilhadas), para o nó coletor.

Para o modelo de fila da parte do cluster de nós coletores, pode-se pensar que os pacotes de dados são enviados de nó coletor para o nó coletor até chegar ao nó coordenador. Assim, o caminho dos pacotes de um nó coletor de borda até o nó coordenador pode ser modelado como uma rede de filas conforme mostrado na Fig. 4.



**Figura 4. Modelo de fila do cluster de nós coletores.**

O nó coletor que recebe os pacotes dos sinks é denominado de nó coletor de borda, pois representa o nó coletor inicial. Os outros nós coletores no caminho até o nó coordenador, são denominados intermediários. Nos nós coletores intermediários chegam outros tráfegos dos nós coletores que seguem o mesmo caminho até o nó coordenador. O total de atrasos de nós intermediários é denominado atraso total da rede.

### 3.2 Estimação de Atrasos para Dimensionamento

Para o cálculo de atraso de transferência do nó sink,  $T_{sink}$ , utilizando esquema de acesso TDMA, são considerados três componentes: 1) o tempo de transmissão do pacote, dado por  $E\{X\} / R$ ; 2) o tempo de sincronismo, devido ao pacote chegar em qualquer instante do quadro, necessitando, portanto, uma espera até ser transmitido no canal adequado. Este tempo é dado, considerando distribuição constante, como metade do tempo de quadro,  $M.E\{X\}/2R$ ; 3) o tempo de espera na fila do nó sink com capacidade do enlace de  $R / M$  e pacote de tamanho fixo. O modelo de fila, neste caso, é M/D/1, cuja fórmula é dada por:

$$T_{Qsink} = \frac{SE\{X\}}{2(1-S)R/M}, \text{ e } S = \frac{M\lambda E\{X\}}{R} \quad (1)$$

O atraso de fila no nó coletor pode ser modelado, também, como uma fila M/D/1 com taxa de chegada  $M.\lambda$  e capacidade  $R$ . Neste caso, comparando a fila no sink, a capacidade é  $M$  vezes maior, mas a taxa de chegadas é, também,  $M$  vezes maior. Assim a mesma fórmula da Eq. 1 pode ser utilizada. Portanto, o atraso é dado por:

$$T_{Qcoletor} = \frac{MSE\{X\}}{2(1-S)R}, \text{ e } S = \frac{M\lambda E\{X\}}{R} \quad (2)$$

Para o atraso na rede de fila da Fig. 3, denominado atraso total da rede na figura, é difícil estimar, pois depende do número de nós intermediários e do tráfego de outros nós coletores que, por sua vez, são dependentes do tipo de roteamento adotado. Assim, será adotado o critério de porcentagem do total de atraso de transferência que poderá ser gasto nesta rede de fila. Esse atraso será denominado de  $T_{rede}$ .

O atraso total de transferência,  $T_{transf}$ , será dado por:

$$T_{transf} = \frac{E\{X\}}{R} + \frac{ME\{X\}}{2R} + \frac{MSE\{X\}}{2(1-S)R} + \frac{E\{X\}}{R} + \frac{MSE\{X\}}{2(1-S)R} + T_{rede}, \quad (3)$$

ou

$$T_{transf} - \frac{2E\{X\}}{R} - T_{rede} = \frac{ME\{X\}}{2R} + \frac{MSE\{X\}}{(1-S)R}, \text{ e } S = \frac{M\lambda E\{X\}}{R} \quad (4)$$

Desenvolvendo a Eq. 4 para  $M$  como incógnita em função de outros parâmetros, obtém-se uma equação de segundo grau, como mostra a Eq. 5.

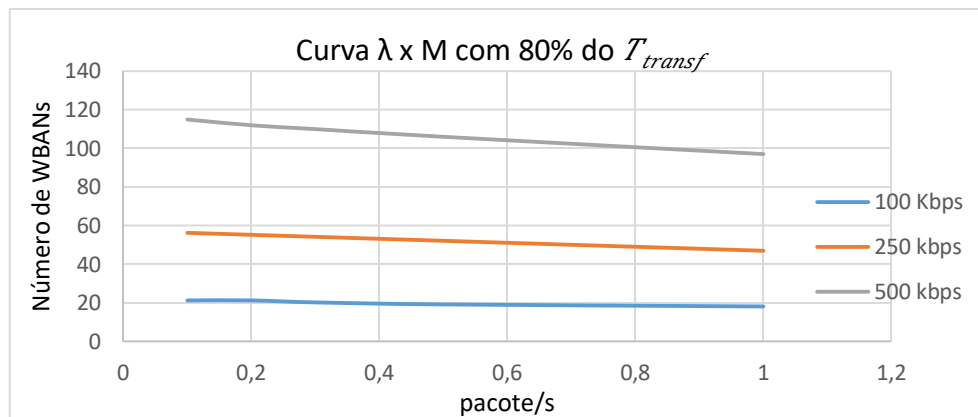
$$\lambda E\{X\}^2 M^2 + (2\lambda E\{X\}RK + E\{X\}R)M - 2R^2K = 0,$$

$$e \quad K = T_{transf} - \frac{2E\{X\}}{R} - T_{rede} \quad (5)$$

### 3.4 Exemplos Numéricos e Resultados

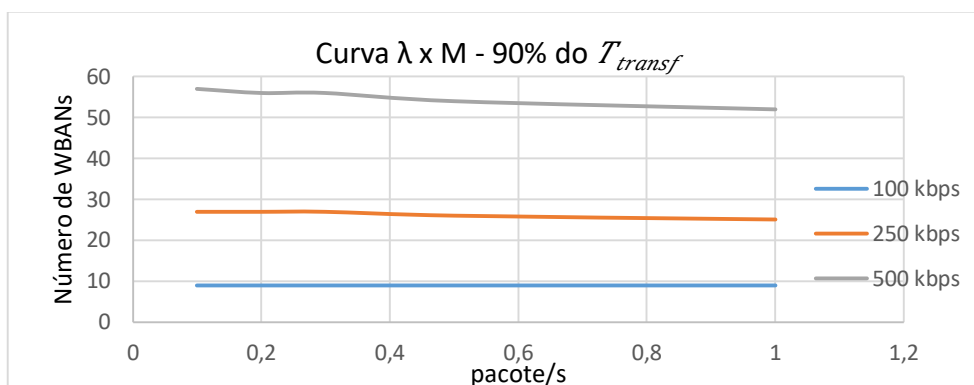
Para exemplos numéricos do dimensionamento os seguintes valores são adotados. Os diferentes valores de taxa  $\lambda$  utilizados são 0,1, 0,2, 0,3, 0,5 e 1 pacotes/s, de cada WBAN. O comprimento de pacote fixo,  $E\{X\}$ , é de 500 bits, e as diferentes capacidades de transmissão,  $R$ , utilizadas são 100 kbps, 250 kbps e 500 kbps. Esses valores adotados são somente estimativas, pois, não existem ainda redes reais em operação. Para o caso da taxa de transmissão  $R$ , são utilizadas as taxas das redes sem fio existentes como o IEEE 802.15.4, 6LoWPan e Zigbee que variam, entre 100 kbps e 500 kbps. Para o atraso total da rede,  $T_{rede}$ , considerou-se 80%, 90% e 95% do atraso total de transferência,  $T_{transf}$ , equivalente a 300 ms.

A Fig. 5 mostra a estimativa do número de WBANs quando a Eq. 5 é resolvida numericamente para os valores acima e  $T_{rede}/T_{transf} = 0,8$ . Como pode ser visto na figura, para maiores taxas médias de chegada de pacotes de cada WBAN, uma menor quantidade de WBANs é permitida. Por exemplo, para  $\lambda = 1$  pacote/s com capacidade do enlace de 100 kbps podem ser acomodadas, no máximo, 18 WBANs. A variação de número de WBANs em função da variação da taxa de entrada, para a capacidade de 100 kbps, não é grande (variação de 18 para 21). Entretanto, observa-se uma maior variação para capacidades maiores; de 47 a 56 WBANs para a capacidade de 250 kbps e de 97 a 115 para 500 kbps.



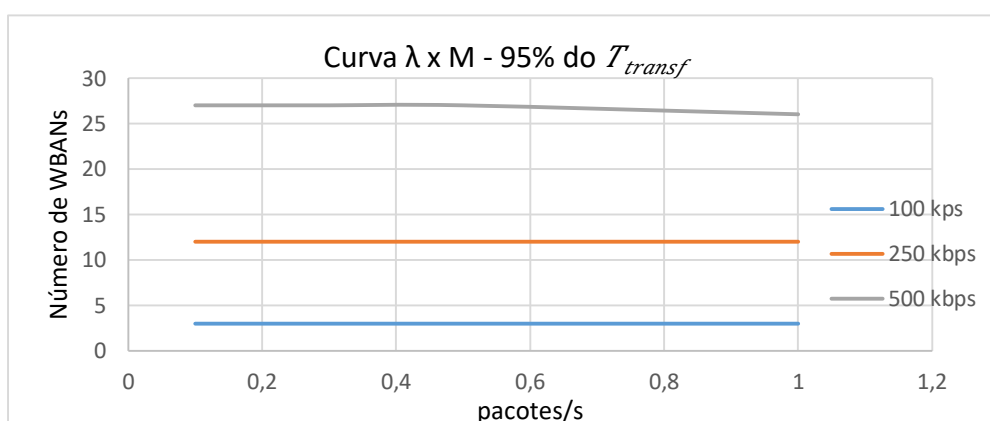
**Figura 5. Quantidades de WBANs em função das taxas de entradas para diversas capacidades e  $T_{rede} / T_{transf} = 0,8$ .**

A Fig. 6 mostra a estimativa do número de WBANs com  $T_{rede}/T_{transf} = 0,9$ . É importante notar que para a capacidade de enlace de 100 kbps a quantidade do número de WBANs permaneceram constante em relação as variações das taxas de entrada de pacotes, e nas capacidades de enlace de 250 e 500 kbps ocorreram apenas uma pequena variação. Entretanto, percebe-se uma redução considerável no número de WBANs que podem ser acomodadas para todas as capacidades (em torno de 9, 22 e 45 WBANs para as capacidades 100 kbps, 250 kbps e 500 kbps, respectivamente).



**Figura 6. Quantidades de WBANs em função das taxas de entradas para diversas capacidades e  $T_{rede} / T_{transf} = 0,9$ .**

Na Fig. 7 mostra a estimativa do número de WBANs com  $T_{rede} / T_{transf} = 0,95$ . Nesse exemplo podemos observar que nas capacidades de 100 e 250 kbps a quantidade do número de WBANs permaneceram constante com as variações da taxa de entrada de pacotes, e na capacidade de enlace de 500 kbps, essa variação foi insignificante. Entretanto, houve uma redução drástica no número de WBANs que podem ser acomodadas para as três capacidades de enlaces (em torno de 6, 13 e 26 WBANs, para as capacidades, 100 kbps, 250 kbps e 500 kbps, respectivamente). Significando que um atraso considerável no cluster de nós coletores, a estrutura toda será afetada e poderá operar com baixa eficiência.



**Figura 7. Quantidades de WBANs em função das taxas de entradas para diversas capacidades e  $T_{rede} / T_{transf} = 0,95$ .**

Os resultados das Figs. 5, 6 e 7 mostram que as capacidades dos enlaces, na estrutura proposta, são muito importantes na definição dos números de WBANs. Um outro fator bastante importante na definição dos números de WBANs é a relação  $T_{rede} / T_{transf}$ . Esta relação indica que quanto maior for o atraso no cluster de nós coletores, menor será o número de WBANs. Pode-se concluir, também, que nesta proposta de dimensionamento, o cluster de nós coletores deve operar cooperativamente para diminuir o total de atraso.

#### 4. Conclusão

Neste artigo foi proposta uma técnica de dimensionamento para calcular o número de WBANs para uma infraestrutura de rede baseada em cluster de nós coletores que utilizam

um esquema de acesso TDMA para coletar os dados dos pacientes das WBANs. A principal restrição para o dimensionamento foi o atraso total de transferência de pacotes. Os atrasos são estimados em cada segmento da rede através da teoria de fila.

Os resultados indicaram que a capacidade do enlace é o principal fator para definir o número de WBANs que podem ser acomodadas na infraestrutura de rede proposta. Um outro fator bastante importante que afetou na definição do número de WBANs, foi o atraso total do cluster de nós coletores. Um atraso longo nesta parte pode afetar totalmente a eficiência da infraestrutura da rede proposta.

## Referências

- [1] Ian F. Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, and Erdal Cayirci. 2002. A survey on sensor networks. *IEEE Communications Magazine* 40, 8 (2002), 102–114. DOI:10.1109/MCOM.2002.1024422
- [2] Leo Selavo, Anthony Wood, Qing Cao, Tamim Sookoor, Hengchang Liu, Aravind Srinivasan, and Yafeng Wu. 2007. LUSTER: Wireless sensor network for environmental research. In *Proceedings of the 5th International Conference on Embedded Networked Sensor Systems*. ACM, 103–116. DOI:10.1145/1322263.1322274.
- [3] Horacio Antonio Braga, Fernandes De Oliveira, Azzedine Boukerche, Eduardo Freire Nakamura, and Antonio Alfredo Ferreira Loureiro. 2009. An efficient directed localization recursion protocol for wireless sensor networks. *IEEE Transactions on Computers* 58, 5, (2009), 677–691. DOI:10.1109/TC.2008.221.
- [4] Samaneh Movassaghi, Mehran Abolhasan, and Justin Lipman. 2013. A review of routing protocols in wireless body area networks'. *Journal of Network and Computer Applications* 8, 3, (March 2013), 559–575.10.4304/jnw.8.3.
- [5] ChrisOtto, Aleksandar Milenkovic, Corey Sanders, and Emil Jovanov. 2006. System architecture of a wireless body area sensor network for ubiquitous health monitoring. *Journal of Mobile Multimedia* 1, 4, (2006), 307–326.
- [6] Zhao, W., Wang, C., Yorie, N. 2011. Medical application on internet of things. *Communication Technology and Application (ICCTA 2011)*, IET International Conference, pp 660 – 665.
- [7] Rohokale, V., Prasad, N., Prasad, R. 2011. A cooperative Internet of Things (IoT) for rural healthcare monitoring and control. *Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology (Wireless VITAE)*. 2nd International Conference, pp 1 - 6.
- [8] Serafim, E. and Motoyama, S. (2014). “A Network Structure for Medical Assistance in Rural and Urban Using IoT Technology”. *The 2014 International Conference on Wireless Networks, (ICWN'2014)*, Las Vegas, Nevada, USA.

# Uma Técnica de Encaminhamento de Pacotes Baseada em Caminhos de Menor Atraso Através das Estimções da Taxa e Comprimento de Pacotes

João Marcos Bueno da Silva<sup>1</sup>, Shusaburo Motoyama<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Programa de Mestrado em Ciências da Computação  
Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP) – Campo Limpo Paulista, SP – Brasil

{djonines, shumotoyama}@gmail.com

**Abstract.** *A proposal for packet routing technique based on least delay path through the packet rate and length estimation is discussed in this paper. The obtained estimations, in each node, are used to verify the behavior of the buffer in relation to packets delay. Through these delays the paths of least delay are defined within the network. The discussions of how packet rate and length estimation can be obtained and how the proposal can be proven are presented. In addition, a short survey is also presented describing the main routing algorithms found in the recent literature.*

**Resumo.** *Neste artigo é discutida uma proposta de encaminhamento de pacotes baseada em caminhos de menor atraso através das estimções da taxa e do comprimento do pacote. As estimções obtidas em cada nó são utilizadas para verificar o comportamento do buffer em relação ao atraso dos pacotes. Através desses atrasos são definidos os caminhos de menor atraso dentro da rede. As discussões de como as estimativas da taxa e de comprimento de pacotes podem ser obtidas e utilizadas e de como a proposta pode ser comprovada são apresentadas. Além disso, é apresentada também uma pesquisa bibliográfica descrevendo os principais algoritmos de encaminhamento encontrados na literatura recente.*

## 1. Introdução

A Internet das Coisas, IoT (Internet of Things), é uma tecnologia atualmente intensamente pesquisada, objetivando a comunicação entre todos os objetos (coisas) e também com os seres humanos. Espera-se que essa tecnologia traga uma profunda mudança na sociedade [Ashton, 2009] e há uma previsão de 212 bilhões de coisas conectadas até 2020 [Zaslavsky, Jayaraman, 2015].

A tecnologia IoT está sendo possível graças a diversos fatores, entre eles a evolução das Redes de Sensores sem Fio (RSSFs). As RSSFs são formadas por centenas ou milhares de dispositivos autônomos chamados nós sensores, que são projetados com pequenas dimensões. As RSSFs têm como objetivo monitorar ou controlar um ambiente, normalmente, sem intervenção humana. Os nós sensores coletam dados sobre fenômenos de interesse, realizam processamento local e disseminam os dados usando, por exemplo, comunicação multi-saltos [Ruiz et al., 2004].

As RSSFs apresentam uma grande variedade de novos problemas que com afinco estão sendo estudados e propostas soluções. Segurança na transmissão dos dados, tolerância a falhas, topologia da rede, restrições de hardware, consumo de energia e roteamento são apenas alguns problemas a serem citados.

No caso de roteamento, cuja principal função é prover o serviço pelo qual a rede consegue identificar o destinatário das mensagens e encontrar um caminho entre a origem e o destino, as técnicas tradicionalmente utilizadas nas redes atuais, como por ex., menor número de saltos, podem não ser adequadas para a IoT. Por exemplo, em redes de aplicações médicas, é essencial que os dados sejam enviados mais rapidamente possível, quase em tempo real e com segurança. No roteamento do tipo menor número de saltos, utilizado na Internet atual, os pacotes podem chegar ao destino com um atraso considerável. Assim novas técnicas de roteamento específicas para cada aplicação devem ser pesquisadas. O objetivo deste trabalho é propor uma técnica de roteamento de pacotes adequada para redes IoTs que necessitem tratamento da dados em tempo real, como, por ex., em rede de aplicação médica. A técnica a ser proposta utilizará o conceito de caminho de menor atraso. Nesta técnica, far-se-á uma estimativa de atraso dos pacotes em cada nó, através das medições das taxas de chegadas e de comprimentos de pacotes e utilização de uma fórmula da teoria de fila. O caminho de roteamento será aquele que tiver menor atraso.

O artigo está organizado em três seções. Na segunda seção, são discutidos os principais tipos de encaminhamento para RSSFs. Na terceira seção é descrita em detalhes a técnica proposta neste trabalho.

## **2. Revisão Bibliográfica**

Nesta seção são apresentados alguns dos muitos tipos de encaminhamento destinados para RSSFs. A técnica proposta em [Plovas16] é um tipo de encaminhamento baseado em tabelas de roteamento voltado para redes de aplicação médica (WBAN) baseada no menor atraso obtido pela contagem de pacotes que estão no buffer da fila de cada nó e do comprimento dos pacotes. As contagens são feitas de forma contínua e, periodicamente, cada nó atualiza sua tabela de contagens e transmite para os nós vizinhos. Um problema nessa técnica de encaminhamento é que ela se baseia na quantidade de pacotes do buffer do nó e essa quantidade varia muito rapidamente e indica somente uma situação momentânea do nó e que talvez não seja situação crítica de acumulação de pacotes. Pode existir uma necessidade excessiva de mudança de roteamento, o que gasta demasiada energia.

Em [Liu et al., 2015] é proposto um protocolo de caminho múltiplo para redes médicas baseado na confiabilidade do caminho em tempo real, que é medida pela análise da estabilidade e o atraso dos nós vizinhos com os demais nós. Essa estabilidade produz um índice de confiabilidade chamado LRF (Link Reliability Factor) e o atraso entre os caminhos selecionados possui um índice chamado de PTF (Path Time Factor). Esses dois fatores são utilizados para a construção de pelo menos 3 caminhos entre o nó origem e o destino. Em [Taneeru, Jain, 2016] é proposto um protocolo eficiente para o agrupamento de nós sensores e controle de acesso ao meio (MAC) que aumenta a vida útil energética dos nós chamado Convergent-MAC. Quando os nós se agrupam apenas o

nó com maior energia é eleito para transmissão (cluster head) dos dados para os demais nós eleitos e a estação base (sink node).

Em [Kim, et al., 2014] é discutido um protocolo de roteamento multicast (um para muitos) eficiente baseado na ramificação de uma RSSF chamado APCP. Utiliza uma abordagem de controle de caminho eficiente iniciada por fonte (de cima para baixo) para criar um caminho de multicast inicial baseado em ramificação. No entanto, para superar o custo de manutenção caro da abordagem de cima para baixo, o APCP executa de forma adaptativa os esquemas de junção de cima para baixo e de baixo para cima usando uma fórmula para medir a qualidade do caminho de multicast e sobrecarga, denominada fator de qualidade da ramificação (BQF – Branch Quality Factor).

Um protocolo de eficiência energética chamado ZEEP é proposto em [Srivastava, Sudarshan, 2013]. Projetado para nós estacionários e móveis, não requer mecanismos excessivos para descoberta de caminho, manutenção de rota ou manutenção de grandes tabelas de roteamento. Ele usa o conceito de encaminhamento dinâmico e agrupamento de nós. Um nó cabeça do agrupamento (cluster head) é eleito baseado em menor mobilidade e maior energia e seu papel é enviar os dados do seu agrupamento para o próximo cluster head em direção à estação base (sink node).

Em [Kim et al., 2011] é proposto um esquema adaptativo de descoberta de rotas para reduzir a sobrecarga de controle por transmissão a partir de mensagens enviadas pelo nó sink. Através dessas mensagens os nós conseguem criar uma árvore de roteamento em direção ao nó sink. Por outro lado, em [Romdhani et al., 2011] é apresentado um algoritmo de coleta de dados para nós heterogêneos, isto é, de diferentes fabricantes e alcances em uma rede com nós estáticos. Essa heterogeneidade causa assimetria e conseqüentemente diferentes alcances entre os nós. O protocolo propõe utilizar os nós de forma assimétrica através da utilização de um ranking baseado na distância do nó sink. Quanto menor a distância, menor o ranking. Por fim, em [Kaji, Yoshihiro, 2017] é discutido um algoritmo e um esquema de roteamento para calcular e utilizar caminhos de desvio de forma adaptativa de acordo com as condições de tráfego na rede. Os caminhos de desvio não utilizam os nós da área congestionada.

### **3. Proposta de Trabalho**

Em [Plovas16] é apresentada uma proposta de roteamento de caminho de menor atraso na rede. Nessa proposta, o *buffer* é monitorado constantemente e é feita uma contagem de acúmulo de pacotes em cada nó. Quando a contagem chega a um valor de gatilho predefinido em um nó, novos caminhos de menor atraso são calculados através do algoritmo de Dijkstra, e todos os caminhos de roteamento são alterados. Esta técnica se mostrou bastante adequada em vários casos de redes analisados [Plovas16]. Entretanto, essa contagem de acúmulo de pacotes constantemente pode ser uma situação momentânea e não representa uma situação crítica que tenha necessidade de mudança de roteamento. Além disso, o roteamento baseado em contagem com gatilho em cada nó pode ocorrer excessos de cálculos de novos caminhos de roteamento.

A técnica de roteamento proposta neste trabalho utilizará o mesmo conceito de caminho de menor atraso, entretanto, para estimar o atraso em cada nó, fará medições da taxa e de comprimento de pacotes na entrada de cada nó e utilizará uma fórmula



matemática de fila para estimar o atraso em cada nó. A idéia é fazer uma estimativa de atraso através das medições frequentes e não basear somente em um valor de acúmulo de pacote instantâneo. Assim, a tomada de decisão de mudança de roteamento e divulgação das novas rotas somente ocorrerá após comprovação que a quantidade de pacotes está aumentando.

### 3.1- Proposta Detalhada

Supõe-se que cada nó possui um *buffer*, e as taxas de chegada e de saída de pacotes são denominadas  $\lambda$  e  $\mu$ , respectivamente, como mostrado na Fig.1.

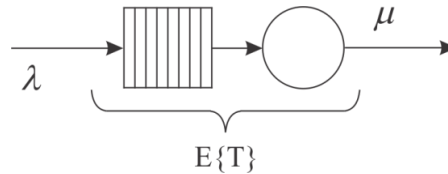


Figura 1. Modelo de *buffer* em cada nó.

Para estimar as taxas de entrada  $\lambda$  e de saída  $\mu$  através das medições, um intervalo de tempo é dividido em cinco subintervalos, como mostrado na Fig. 2. As contagens de pacotes e seus respectivos tamanhos são feitas somente nos intervalos denominados de amostras. Após a terceira amostra são calculadas as médias das taxas de chegadas e de tamanhos de pacotes.

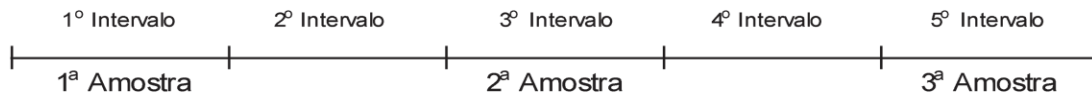


Figura 2. Exemplo da amostragem em intervalos de tempo da quantidade de pacotes e tamanho dos pacotes

Ao término da terceira amostra é feita, também, a estimativa do tempo médio de atraso. Para essa estimativa será utilizada a fórmula de uma fila do tipo M/M/1, como uma primeira aproximação. A fórmula de uma fila M/M/1 é bem conhecida e é dada por:

$$E\{T\} = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (1)$$

Os valores médios das taxas de chegadas e de saídas, obtidas na terceira amostra são utilizadas para estimar o valor de atraso  $E\{T\}$ . A taxa de saída é obtida pelo inverso da média dos tamanhos de pacotes. O valor de atraso obtido é comparado a um limiar  $L$  pré-estabelecido que servirá de parâmetro para verificação se o tempo dos pacotes em cada nó está aumentando ou não. Se ultrapassar o valor do limiar  $L$ , indicará a formação de gargalo e será executado o algoritmo de Dijkstra, atribuindo para aquele nó um peso maior, fazendo com que todos os nós refaçam suas tabelas de roteamento e cada nó procura um caminho de menor atraso para outros nós.

Para verificar a eficiência do algoritmo de roteamento proposto neste trabalho será utilizado o simulador de redes Omnet++ [Varga, 2001]. Trata-se de um simulador de eventos discretos onde é possível construir módulos customizáveis e hierárquicos e é um software de código aberto.

Várias atividades são previstas neste trabalho. Inicialmente, far-se-á escolha de uma rede simples e será implementada a técnica de roteamento proposta, para verificar quais devem ser os intervalos de tempo adequados, e também se a fórmula de atraso da fila M/M/1 é razoável ou necessitará de uma fórmula mais elaborada. Após essa fase, será escolhida uma rede mais sofisticada, com pontos de gargalo, e será implementada a técnica proposta. Os resultados obtidos serão comparados com a técnica de roteamento baseada em menor número de saltos, e também com a técnica proposta em [Plovas16].

## Referências

- Ashton, J. (2009), “That ‘Internet of Things’ Thing”, In: RFID Journal, 2009, p. 97-114.
- Zaslavsky, A., Jayaraman P. P. (2015), “Discovery in the Internet of Things: The Internet of Things”, In: Ubiquity Symposium. Ubiquity 2015, Article 2.
- Ruiz, L. B., Correia, L. H. A., Vieira, L. F. M., Macedo, D. F., Nakamura, E. F., Figueiredo, C. M., Vieira, M. A. M., Bechelane, E. H., Camara, D., Loureiro, A. A., et al. (2004), “Arquiteturas para redes de sensores sem fio”.
- Plovas, R., Motoyama, S. (2016), “A routing Technique Based on Least Delay Path for Medical Application Networks”, In: The 15th International Conference on Wireless Networks (ICWN’16: July 25-28, 2016, Las Vegas, USA), p. 115-120.
- Liu, S. H., Lou, Y., Zeng, W., Zhai, J. (2015), “A Reliable Multi-path Routing Approach for Medical Wireless Sensor Networks”, In: International Conference on Identification, Information, and Knowledge in the Internet of Things (IIKI), 2015, p. 126-129.
- Taneeru, S., Jain, P. C. (2015), “Energy efficient multilayer protocol for wireless sensor networks”, In: 39th National Systems Conference (NSC), 2015, p. 1-6.
- Kim, D., Song, S., Choi, B. (2014), “APCP: Adaptive Path Control Protocol for Efficient Branch-based Multicast Routing in Wireless Sensor Networks”, In: 10th International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks, 2014, p. 96-104.
- Srivastava, J. R., Sudarshan, T. S. B. (2013), “ZEEP: Zone based Energy Efficient Routing Protocol for Mobile Sensor Networks”, In: International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 2013. p. 990-996.
- Kim, D., Park, S., Kim B., Cho, J. (2011). “Adaptive Route Discovery for Wireless Sensor Networks”, In: ICT Convergence (ICTC), 2011, p. 250-254.
- Romdhani, B., Barthel, D., Valois, F. (2011). “Routing for Data-Collection in Heterogeneous Wireless Sensor Networks”. In: IEEE 73rd Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2011, p. 1-5.
- Kaji, K., Yoshihiro, T. (2017). “Adaptative Rerouting to Avoid Local Congestion in MANETs”, In: 2017 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2017, p. 1-6.
- Varga, A. et al. (2001). “The omnet++ discrete event simulation system”. In: Proceedings of the European simulation multiconference (ESM’2001), volume 9, p. 65.

# Uso de Mineração de Dados para a Análise da Relação entre Zika Vírus e Microcefalia

Rodrigo Ramos<sup>1</sup>, Ana Maria Monteiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)

Rua Guatemala – Campo Limpo Paulista – SP – Brasil

rramos.professor@terra.com.br, anamont@cc.faccamp.br

**Abstract.** *In the beginning of the year 2015 a Zika Virus epidemic occurred in several Brazilian states. At the end of the year 2015, there was a large increase in cases of microcephaly in Brazil, especially in the state of Pernambuco. There is no data yet to prove the relation between Zika Virus and microcephaly. In the year 2016, the Zika Project was designed to follow the gestation, the birth, and the initial years of children to see if this relation is true. The proposal of this work is, based on the data collected by the Zika Project, to use the existing techniques in Data Mining to help the project researchers to confirm (or not) this relation.*

**Resumo.** *No início de 2015 uma epidemia de Zika Vírus ocorreu em vários estados brasileiros. No final do ano de 2015, foi registrado um grande aumento dos casos de microcefalia no Brasil, em especial no estado de Pernambuco. Ainda não existem dados que realmente comprovem a relação entre o Zika Vírus e a microcefalia. No ano de 2016, foi elaborado o Projeto Zika, para averiguar se tal relação existe. A proposta deste trabalho é, a partir dos dados coletados pelo Projeto Zika, utilizar as técnicas existentes em Mineração de Dados para auxiliar os pesquisadores envolvidos no projeto na confirmação (ou não) de tal relação.*

## 1. Introdução

A Informática Médica é uma ciência multidisciplinar desenvolvida na interação da Ciência da Informação com a Medicina e os cuidados de saúde [Zvárová, Veselý e Vajda 2009]. Dentro da informática médica, uma das áreas relevantes é a de Inteligência Artificial (IA) aplicada à medicina. Esta é uma área na qual são propostas teorias e desenvolvidos modelos para aplicações na área da saúde [Szolovits 1982]. O desenvolvimento de IA em medicina oferece aos profissionais de saúde mecanismos que contribuem para a realização de suas tarefas cotidianas e o avanço das pesquisas médicas. Técnicas de IA foram aplicadas com sucesso em:

- Sistemas de auxílio à tomada de decisões para o diagnóstico de doenças a partir de sintomas e resultados de exames laboratoriais de pacientes.
- Sistemas de análise e reconhecimento de imagens para detectar possíveis anomalias.
- Sistemas de monitoramento de pacientes.
- Sistemas para descoberta de grupos de risco para uma doença.
- Sistemas para planejamento de terapias baseadas na condição específica de cada paciente.
- Sistemas para estudo e classificação do genoma humano a partir dos grandes volumes de dados existentes.

Alguns dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos utilizam técnicas de Mineração de Dados (MD) que conseguem obter informações para a tomada de decisão a partir dos grandes volumes de dados gerados diariamente na prática médica.

A proposta apresentada neste artigo tem o intuito de usar técnicas de MD em dados coletados pelo Projeto Zika [Passos 2016]. No início de 2015 uma epidemia de Zika Vírus ocorreu em vários estados brasileiros e ao final do ano de 2015, foi registrado um grande aumento dos casos de microcefalia no Brasil. Ainda não existem dados que realmente comprovem a relação entre o Zika Vírus e a microcefalia. No ano de 2016, foi elaborado o Projeto Zika, para averiguar se esta relação existe. A proposta deste trabalho é, a partir dos dados coletados pelo Projeto Zika, utilizar as técnicas existentes em MD para auxiliar os pesquisadores do projeto na obtenção de respostas sobre uma relação entre Zika Vírus e microcefalia.

## **2. Trabalhos Relacionados**

Entre os trabalhos relacionados que abordam o uso de Mineração de Dados em medicina pode-se mencionar o de Castro (2005) que propôs o uso de Redes Neurais artificiais para criar modelos de predição para as ocorrências de surtos de dengue na cidade de Goiânia.

Por sua vez Santos (2011) apresentou uma ferramenta que utilizou algoritmos de classificação e regras de associação para gerar modelos da ocorrência de dengue a partir da base de dados do Sistema de Informações de Agravos e Notificação (SINAN) e assim poder auxiliar os gestores da saúde na prevenção e diagnóstico de casos de dengue.

Li *et al.* (2015) utilizam MD para descobrir restrições temporais relacionadas com os resultados clínicos decorrentes do atendimento de pacientes, como por exemplo, exame de glicemia em pacientes com diabetes e exames laboratoriais. Para este fim são usadas regras de associação, uma das técnicas de Mineração de Dados.

Carvalho, Dallagassa e Silva (2015), a partir do uso de árvores de decisão, propõem um modelo para o diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 2 em beneficiários de planos de saúde.

Alves (2015) desenvolveu um modelo computacional utilizando lógica nebulosa que permite, a partir de dois biomarcadores de insuficiência cardíaca (acetona exalada e peptídeo natriurético do tipo B) a elaboração de uma terapia mais adequada para o tratamento de pacientes portadores desse problema.

Gregory e Pretto (2016) descrevem no seu artigo desde as conversas com as equipes médicas até a coleta, seleção e organização de dados que foram utilizados para agrupar pacientes levando em consideração suas características comuns. Em seguida, foi aplicado o algoritmo Apriori para a obtenção de regras por associação. Como resultado, os autores constataram uma relação entre hipertensão e estresse, principalmente em mulheres jovens.

Pires (2011) na sua tese de doutorado construiu um repositório, contendo dados de um período de 10 anos provenientes das principais bases de dados do Sistema Único de Saúde (SUS). O objetivo do trabalho foi, por um lado, extrair conhecimento relevante para melhorar a gestão em Saúde Pública e, por outro, permitir acompanhar pacientes e comparar diferentes populações.

### 3. Mineração de Dados

Mineração de Dados é parte de um processo denominado Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (*Knowledge Discovery on Databases- KDD*) [Tan *et al* 2006]. KDD é o processo de extração de informações implícitas, previamente desconhecidas e potencialmente úteis, a partir de grandes volumes de dados armazenados, geralmente, em um banco de dados [Fayyad *et al.* 1996].

Os processos que compõem a descoberta de conhecimento são: seleção dos dados, pré-processamento e limpeza, transformação, Mineração de Dados e por fim, interpretação e avaliação dos resultados.

Para a execução da mineração, são empregadas técnicas de análise de dados e algoritmos de aprendizado de máquina que extraem, a partir de dados pré-processados, conhecimento expressado através de padrões ou modelos.

Dentre as técnicas de MD a serem utilizadas para a proposta apresentada neste artigo podem ser mencionadas as de classificação e as de análise de associações:

- A classificação consiste em construir um modelo que possa ser aplicado a dados não classificados visando categorizá-los em classes. Um dado é examinado e classificado de acordo com um conjunto de classes predefinidas [Tan *et al.* 2006].
- A análise de associações objetiva descobrir regras de associação condicionadas por valores de atributos que acontecem juntos no conjunto de dados. Uma regra de associação é um padrão da forma  $X \rightarrow Y$ , onde X e Y são conjuntos de itens. As regras são utilizadas para a predição da ocorrência de certos itens (Y) baseada na ocorrência de outros itens (X).

### 4. Caracterização do Projeto

Microcefalia é uma anomalia congênita, que pode ter diversas causas, entre elas anomalias cromossômicas ou doenças maternas durante a gravidez [Marinho *et al.* 2016]. A microcefalia é medida pelo tamanho do perímetro cefálico, nestes casos, essa medida é menor que 32 cm, o valor habitualmente padrão.

Marinho *et al.* (2016) usando dados de um sistema de informações sobre nascidos vivos (Sinasc) do Ministério da Saúde, apresenta os casos de microcefalia registrados de 2000 a 2015. Apesar de não ser uma doença nova, pois já existiam casos, estes mantiveram uma certa estabilidade neste período. Somente no final de 2015 houve um aumento significativo em todas as regiões do país, com a maior incidência de casos registrada na Região Nordeste do país.

Com relação ao Zika Vírus, este foi identificado em 1947 e os primeiros casos de Zika Vírus no Brasil ocorreram no primeiro semestre de 2015. No início de novembro de 2015, o Ministério da Saúde decretou Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional. No final de novembro, já haviam sido notificados 1.248 casos suspeitos em 14 estados brasileiros [Martelli 2015].

Diante destes fatos, foi levantada a hipótese de uma relação entre o aumento dos casos de microcefalia em recém-nascidos e o surto de Zika Vírus que acabara de ter no país, sendo essa a causa para esse repentino aumento nos casos de microcefalia.

Em 2016 foi elaborado no Hospital Universitário de Jundiaí, sob a coordenação do Professor Doutor Saulo Duarte Passos, o Projeto Zika que tem como objetivo determinar a incidência da infecção causada pelo Zika Vírus ao longo de cinco anos em gestantes e recém-nascidos, bem como analisar as associações entre as infecções pelo Zika Vírus e as malformações do sistema nervoso de recém-nascidos [Passos 2016]. O Projeto Zika pretende acompanhar as mães durante a gestação, com análises clínicas e sociais, o parto, e os primeiros anos dos bebês coletando dados sobre os casos de Zika Vírus e microcefalia.

A proposta deste trabalho é aplicar as técnicas existentes de MD, com foco nas características e sintomas apresentados pelas mães durante a gestação. E após o parto, agrupá-las de acordo com as características dos bebês no que se referem às situações possíveis, isto é, bebês que nasçam com ou sem algum dano congênito.

Após essa etapa de análise e agrupamento de casos, verificar a possível elaboração de modelos computacionais, que auxiliem as equipes médicas nos passos seguintes do projeto Zika.

## 5. Metodologia

Para a realização deste trabalho será adotada a seguinte metodologia de trabalho:

- Pesquisa bibliográfica dos temas referentes à Mineração de Dados aplicados a medicina e às informações relacionadas com objeto de pesquisa (Zika Vírus e Microcefalia).
- Após a disponibilização do banco de dados do Projeto Zika será feita a análise e limpeza dos dados, preparando-os para a aplicação das técnicas de Mineração de Dados.
- Após a análise dos dados serão utilizados algoritmos para discriminar atributos que influem na ocorrência de más formações nos recém-nascidos.
- Aplicação de algoritmos de MD (árvores de decisão e regras de associação) para a obtenção de modelos que permitam ajudar aos profissionais da saúde a determinar relação entre o Zika Vírus e a Microcefalia.
- Os modelos obtidos serão avaliados com a colaboração dos especialistas médicos envolvidos no projeto.
- Ao final será realizada a submissão dos resultados obtidos durante o trabalho a conferências / periódicos.

## Referências

Alves, J. L. G. (2015), *Utilização de Inteligência Artificial, através de Inferência Difusa, na Correlação de Métodos de Diagnóstico de IC (Insuficiência Cardíaca)*. Dissertação de mestrado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Brasil.

- Carvalho, D. R., Dallagassa, M. R., Silva, S. H. (2015), *Uso de Técnicas de Mineração de Dados para Identificação Automática de Beneficiários Propensos ao Diabetes Melitus Tipo 2*. Revista Informação & Informação. Universidade Estadual de Londrina, Brasil.
- Castro, G. G. (2005), *Suporte à Decisão para Vigilância Epidemiológica Baseado em Modelo Preditivo de Surtos de Dengue Utilizando Redes Neurais Artificiais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Católica de Brasília, Brasil.
- Fayyad, U. Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P. (1996), From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *AI Magazine, Volume 17, Number 3* (1996), p. 37-54.
- Gregory, G., Pretto, Fabricio. (2016), *Mineração de Dados para Descoberta de Conhecimento em Dados de Promoção à Saúde*, Revista Destaques Acadêmicos, v.8, n.4, Univates, Lajeado, Rio Grande do Sul.
- Jaenisch T., Rosenberger, K. D., Brito C., Brady, O., Brasil, P. e Marques E. (2017), *Risk of Microcephaly after Zika Virus Infection in Brazil, 2015 to 2016*. Bulletin of the World Health Organization.
- Li, X., Liu, H., Mei, J., Yu, Y, e Xie, G. (2015), Mining Temporal and Data Constraints Associated with Outcomes for Care Pathways. *Proceedings MEDINFO 2015*, p. 711-715. São Paulo, Brasil.
- Marinho, F., Araújo, V., Porto, E. M, Lopes, D., Ferreira, H. L., Coelho, M. R. S., Lecca, R. C. R., Oliveira, H. P., Almeida, I., Maranhão, M. H. N., Mendes, Y. M. M. B., Fernandes, R. M. Lima, R. B. N. e Rabello, D. (2016), *Microcefalia no Brasil: Prevalência e Caracterização dos Casos a partir do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc), 2000-2015*, Ministério da Saúde, Brasil.
- Martelli, C. M. T. (2015), *Investigação dos Casos de Microcefalia: Estudo Caso-Controle*, Projeto de Pesquisa, Recife.
- Passos, S. D. (2016), *Infecção Vertical pelo Vírus Zika e suas Repercussões na Área Materno-infantil*, Faculdade de Medicina de Jundiaí, Projeto Temático de Pesquisa, Brasil.
- Pires, F. A. (2011), *Ambiente para Extração de Informação Epidemiológica a partir da Mineração de dez Anos de Dados do Sistema Público de Saúde*. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Santos, M. S. N., Costa, J. C. (2011), *AMAGODIS: Algoritmos de Mineração para Apoio à Gerência de Ocorrências de Dengue a partir de Informações presentes na base dados do SINAN*. Encontro Anual de Computação, Universidade Federal de Goiás.
- Szolovits, P. (1982), Artificial Intelligence and Medicine, in *Artificial Intelligence in Medicine*, Szolovits, P. (Ed.), Chapter 1. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Tan, P., Steinbach, M., Kumar, V. (2009), *Introdução ao Data Mining, Mineração de Dados*. Rio de Janeiro. Editora Moderna LTDA.
- Zvárová, J., Veselý A. e Vajda I. (2009), Data, Information and Knowledge, in Berka, P., Rauch, J. e Zighed, D. A (Editores) “*Data Mining and Medical Knowledge Management: Cases and Applications*”, p. 1-22, IGI Global Press, New York.

# Acessibilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Pessoas com Deficiência Visual Através do uso de Softwares Leitores de Tela

Michel Vieira Batista<sup>1</sup>, Ricardo Leardini Lobo<sup>2</sup>, Richard Semolini<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente – Metrocamp - Grupo Devry – Campinas – São Paulo – Brasil

<sup>2</sup>Docente – Centro Paula Souza – Santana de Parnaíba – São Paulo – Brasil

<sup>3</sup>Socio Proprietário – Kamagofo Ltda – Várzea Paulista – São Paulo – Brasil  
michel.batista@metrocamp.edu.br, ricardo.lobo@etec.sp.gov.br,  
richard.semolini@gmail.com

**Abstract.** *This paper aims to present tools that can be used to support distance education for visually impaired in order to reduce accessibility barriers to EAD (distance education). It is possible to highlight some challenges and difficulties still present today as the displacement to the teaching institution as having a quality material for study that is accessible and practical. This mini survey intends to summarize some difficulties and recent researches in order to make possible the distance learning for visually impaired people through some existing tools.*

**Resumo.** *O presente artigo visa apresentar ferramentas que podem ser usadas como suporte ao ensino a distância para deficientes visuais com o intuito de diminuir as barreiras da acessibilidade a EAD (Educação a Distância). É possível destacar alguns desafios e dificuldades ainda presentes na atualidade como o deslocamento até a instituição de ensino e a falta de um material de qualidade para estudo que seja acessível e prático. Esta mini revisão pretende sumarizar algumas dificuldades e pesquisas recentes a fim de demonstrar como tornar possível o ensino a distância para deficientes visuais através de algumas ferramentas existentes atualmente.*

## 1. Introdução

Atualmente a implementação de recursos de acessibilidade em softwares tornou-se algo recorrente. Porém, ainda existe um desafio constante na transformação de ambientes baseados na Internet e naturalmente criados para o público que não possui nenhuma deficiência ou limitação, em ambientes onde todos possam usufruir das mesmas funcionalidades sem distinções seguindo as diretrizes de um projeto universal. No contexto da educação a distância (EAD) grande parte desses ambientes não são totalmente inclusivos ou universais segundo Santos e Fernandes (2015), o que dificulta sua



acessibilidade principalmente a deficientes visuais.

De acordo com dados do IAPB (2017) aproximadamente 285 milhões de pessoas possuem algum tipo de deficiência visual no mundo. Destas, aproximadamente 39 milhões são cegas e 246 milhões possuem problemas de baixa visão, dentre seus vários graus (mais severo ou moderado). A educação a distância promovida através de suas mais diversas plataformas existentes pode se tornar promotora da chamada educação especial, definição esta atribuída pela UNESCO para educação voltada para pessoas com deficiência. Para tal, os princípios de acessibilidade e design universal devem ser implementados e seguidos pelos desenvolvedores das plataformas promotoras da educação a distância.

## **2. Embasamento Teórico**

### **2.1 Deficiência visual**

A deficiência visual pode ser classificada em diversas categorias de acordo com o grau de acometimento da visão. De acordo com Santos e Fernandes (2015), a definição das diversas formas de deficiências visuais foi estabelecida pelo artigo 2º do decreto 5904 que conceitua: “Deficiência visual: cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05° no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3° e 0,05° no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60 graus; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores.”

Segundo Judson (2013), a *World Health Organization* (WHO) órgão ligado a ONU juntamente com diversas outras organizações não governamentais formaram uma força-tarefa na busca de diminuir o número de indivíduos com deficiências visuais no mundo. Em uma ação denominada *Vison 2020* todos os 193 países membros da ONU concordaram em investir em saúde voltada para prevenção e diminuição dos problemas visuais. Como resultado desta ação, o número de indivíduos cegos ou com baixa visão de grau severo atualmente é cerca de 15 milhões a menos do que a 18 anos atrás.

### **2.2 Educação a Distância**

A origem da educação a distância remonta ao século 19 e a cada transformação tecnológica vivida pela sociedade a mesma se reinventa. Hack (2010) divide a educação a distância em 5 gerações distintas: 1ª geração: deu-se através de textos, manuscritos ou impressos. Era conhecida em sua época através do termo “educação por correspondência”. Tem seu início a partir de 1840, época na qual os serviços gráficos tornaram-se relativamente baratos. 2ª geração: foi baseada na televisão e rádio. Ocorria à captura de imagem e áudio de uma sala de aula (onde se encontrava o professor) e posteriormente a transmissão para diversas outras salas de aula distantes, onde se encontravam grupos de alunos. Popularizou-se junto da televisão e dos meios de captura

de imagem, no final da década de 1950. 3ª geração: é caracterizada pela junção das práticas da 1ª e da 2ª geração, trabalhando com uma abordagem multimídia composta de textos e transmissões de vídeo e áudio que atuam como apoio ao conteúdo do material escrito. 4ª geração: baseia-se na educação através de computadores interligados a Internet. Nesta geração os usuários utilizam plataformas virtuais de aprendizagem disponíveis na Internet, onde podem além de consultar textos, vídeos e áudios, interagir com outros alunos e professores. Surgiu na década de 1990 e se popularizou junto com a Internet. Ainda de acordo com Hack (2013) uma 5ª geração da educação a distância vem surgindo, sendo caracterizada pelo uso de sistemas baseados em inteligência artificial.

### **2.3 Acessibilidade na Web**

A acessibilidade na *Web* de acordo com Freire et al. (2007), é baseada em mais de uma implementação de padrões de acessibilidade, visto que diferentes países estabelecem legislações próprias a respeito do tema. Dentre todas as legislações, a mais representativa é a definida pelos Estados Unidos da América, denominada de Seção 508. Outros países como Portugal, Reino Unido, Austrália e Canadá também possuem suas próprias legislações com definições de acessibilidade na *Web*. No Brasil o decreto 5296 promulgado no ano de 2004 estabeleceu a primeira definição de acessibilidade oficial do país.

Em contrapartida, o órgão W3C busca estabelecer uma definição de padrão a ser seguida por desenvolvedores de todo o mundo, independente da legislação de cada país. Tal definição em conjunto com outros trabalhos do W3C integram o conceito do que é conhecido como “*Web Accessibility Initiative*” (WAI). Um dos documentos mais importantes produzidos pelo WAI foi o *Web Content Accessibility Guidelines*, publicado em 1999. Ainda segundo Freire et al. (2007) apesar das diversas legislações e padrões estabelecidos, a maior parte do conteúdo existente na *Web* não segue nenhuma das diretrizes de acessibilidade. Parte deste problema é derivado da falta de conhecimento por parte de desenvolvedores a respeito da acessibilidade e dos conceitos de design universal.

Segundo Drigas et al. (2006) vários métodos foram testados e contribuem para a promoção da acessibilidade *Web* para pessoas com deficiência visual, sendo que se pode citar como o mais importante deles a áudio descrição de toda informação visual. Tal método beneficia todos os indivíduos com cegueira total ou baixa taxa de visão. Para os indivíduos com baixa visão de grau moderado, o aumento do tamanho dos elementos gráficos da tela, através de recursos presentes na própria interface *Web* ou através de *softwares* próprios para tal tem se mostrado eficiente.

### **2.4 Ambientes Virtuais de Aprendizagem**

O constante avanço da tecnologia possibilitou o surgimento de ambientes virtuais de aprendizagem. Também denominados de AVA, estes são plataformas projetadas para o gerenciamento dos mais diferentes aspectos do processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Tavares e Lima (2015) há um aumento crescente na demanda pelo ensino a distância, e tal crescimento relaciona-se diretamente com o surgimento e popularização dos ambientes virtuais de aprendizagem. Ainda segundo Tavares e Lima (2015), os AVA's apresentam novas possibilidades de interação entre docente e discente, sendo uma opção tecnológica para prover apoio ao ensino a distância através da Internet. Porém, de acordo com Tavares e Lima (2015) os ambientes virtuais de aprendizagem geralmente não disponibilizam recursos de acessibilidade de forma nativa ou tampouco seguem as diretrizes de acessibilidade propostas pela W3C. Diante de tal fato, é de fundamental importância o uso de softwares leitores de tela como forma de prover acessibilidade em tais plataformas, possibilitando a inclusão de pessoas com deficiência visual na educação a distância através da *Web*.

### **3. Ferramentas de Suporte**

Com base nos dados apresentados referente ao número de deficientes visuais, educação a distância e acessibilidade à *Web*, uma pesquisa comparativa foi realizada a fim de encontrar *softwares* de leitura de tela capazes de tornar possível o ensino a distância. Dentre os *softwares* disponíveis, foram analisados: DOSVOX e NVDA. Suas utilizações individuais conseguem atender ao objetivo central de tornar acessível conteúdos de estudo em diversas plataformas como livros digitais, conteúdo *Web*, vídeos e até mesmo participar de salas de bate papo para tirar dúvidas. Por outro lado é possível combinar suas utilizações para otimizar o estudo e verificar qual *software* ou interface apresenta uma melhor usabilidade para o usuário em questão.

#### **3.1 DOSVOX**

De acordo com Sonza e Santarosa (2003) o DOSVOX pode ser considerado um sistema operacional gratuito e não apenas um leitor de tela. Ele contém um conjunto de aplicativos desenvolvidos para pessoas com deficiência visual de modo a facilitar a utilização do computador, possibilitando que tais pessoas adquiram independência para executar tarefas diversas. Desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o sistema possui suporte a execução no sistema operacional *Windows*, bem como também em alguns emuladores que executam programas do *Windows* como o Wine, da plataforma Mac.

#### **3.2 NVDA**

Segundo Sonza e Santarosa (2003) o NVDA é um *software* leitor de telas de código aberto desenvolvido por Michael Curran e James Teh. É capaz de fazer a leitura de aplicações populares como e-mail, chat, pacote *Office* do *Windows* com suporte a mais de 43 linguagens, com a possibilidade de ser executado diretamente de um *pendrive*.

#### **3.3 Comparativo das Ferramentas**

Apesar das diferenças arquiteturas dos sistemas DOSVOX e NVDA e suas propostas, realizaram-se comparações entre ambos de modo a demonstrar algumas características de cada *software* e qual o grau de acessibilidade que ambos podem oferecer para pessoas com deficiência visual. A Tabela 1 apresenta as principais diferenças encontradas:

**Tabela 1. Comparativo de funcionalidades DOSVOX e NVDA**

	DOSVOX	NVDA
Leitura de textos	Sim (no ambiente DOSVOX)	Sim (no ambiente windows)
Leitura de textos pelo mouse	Não	Sim
Leitura de teclas pressionadas	Sim	Sim
Leitura e suporte ao acesso a Internet	Sim (no aplicativo WEBVOX)	Apenas Leitura
Leitura e suporte a edição de texto	Sim (no aplicativo EDVOX)	Apenas Leitura
Acesso a jogos e entretenimento específicos	Sim	Não
Suporte a criação, edição e acesso a arquivos, pastas e multimídia	Sim	Não
Suporte ao youtube	Sim	Não
Versão Portátil	Não	Sim

### 3.4 Softwares Leitores de tela Aplicados no Ambiente Moodle

Segundo Schenckel e Soares (2015), a plataforma Moodle (*Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*) é um Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem de licença *open-source*. Ainda de acordo com Schenckel e Soares (2015) o Moodle popularizou-se no mundo e tal fato deve-se muito a sua comunidade, que visa o constante aprimoramento das funcionalidades da plataforma.

Após busca de materiais das bases Google Acadêmico, IEEE, ACM, SpringerLink e Scopus, estabeleceram-se alguns padrões de acessibilidade a serem testados nos *softwares* leitores de tela NVDA e DOSVOX sobre a plataforma Moodle. A metodologia utilizada é a mesma sugerida por Beiler e Silveira (2012), onde cada item verificado na plataforma Moodle foi avaliado de forma individual com um *software* leitor de tela, e classificado em uma pontuação de 1 a 3, onde 1 significa que o *software* leitor de tela não conseguiu ler determinado recurso, 2 que significa que o *software* leitor de tela leu parcialmente os recursos do sistema Moodle, e 3 que significa que o leitor de tela conseguiu ler e navegar perfeitamente pelo recurso testado.

Os resultados encontrados foram compilados em uma tabela prévia. Para comprovar tais resultados, o grupo realizou um novo teste, utilizando os mesmos *softwares* leitores de tela (NVDA e DOSVOX) e a plataforma Moodle versão 3.3 disponível no endereço <http://school.demo.moodle.net/login/index.php>. A metodologia proposta para tal contraprova dos resultados encontrados após revisão bibliográfica do tema, foi a seguinte: um integrante do grupo, utilizando uma venda em seus olhos, realizou o acesso aos mesmos recursos da plataforma Moodle que foram testados pelos diversos autores pesquisados. Cada recurso foi pontuado seguindo a mesma metodologia já exposta acima. Após a conclusão dos testes, um comparativo entre o obtido através das pesquisas bibliográficas e o obtido através do teste realizado pelo grupo foi compilado, os resultados podem ser visualizados na tabela 2. Os resultados obtidos no teste realizado pelo grupo, assemelham-se em sua totalidade aos resultados obtidos através pesquisa bibliográfica do tema.

**Tabela 2. Resultados na Plataforma Moodle**

Item Verificado	DOSVOX	NVDA
Leitura da página inicial	3	3
Leitura da página inicial após logar	3	3
Item de menu “Meus Cursos”	2	2
Link para abrir uma página Web simples	2	3
Link para abrir arquivos PDF	3	3
Abrir link de página Web	3	3
Chat	1	2
Wiki	2	2
Fóruns	2	3
Ferramenta Envio de Tarefa	2	3
Calendário	2	3
Atividades - Questionários	1	2
Atividades - Tarefas	1	2

Analisando os resultados apresentados na tabela 2, fica evidente que o *software* NVDA se sobressai ao *software* DOSVOX na leitura dos itens da plataforma Moodle, sendo a leitura possível em mais itens. Em algumas partes do sistema Moodle, o DOSVOX não conseguiu fazer a leitura de forma clara, recebendo pontuação 1 nestes casos. Um ponto positivo do NVDA em relação ao DOSVOX é que o mesmo disponibiliza o acesso para a instalação de sintetizadores de voz alternativos, de modo que se pode escolher uma narração mais agradável em relação a voz que acompanha o *software* por padrão. Porém, em alguns momentos o NVDA apresenta dificuldade na leitura ou dificuldade de compreensão em relação ao que foi lido. Itens onde tais situações

ocorreram receberam pontuação 2.

Segundo Calvo, Iglesias e Moreno (2012), todos os ambientes virtuais de aprendizagem apresentam problemas de acessibilidade, de modo que não atingem todas as recomendações previstas no guia da WCAG. Durante os últimos anos, a comunidade de desenvolvimento da plataforma Moodle vem tentando resolver os problemas de acessibilidade através do desenvolvimento de plug-ins auxiliares e de funcionalidades para as novas versões da plataforma. Ainda segundo Calvo, Iglesias e Moreno (2012), a acessibilidade e usabilidade da plataforma quando utilizada através de um leitor de tela também foram melhoradas nas versões mais recentes.

#### **4. Conclusão**

Neste estudo foi possível prover um embasamento geral do contexto de acessibilidade para deficientes visuais, assim como apresentar ferramentas gratuitas como DOSVOX e NVDA que com base nas pesquisas e testes realizados demonstraram prover suporte a diversas ferramentas como leitura de tela, leitura de textos pelo mouse, integração com ferramentas como pacote Office, Twitter e Youtube estas funcionalidades podem ser normalmente utilizadas e aplicadas no ensino a distância.

A ferramenta DOSVOX se apresenta útil para interagir e integrar com diversas aplicações inclusive com o próprio NVDA, embora qualquer outra aplicação que não tenha algum *software* exclusivamente desenvolvido para integrar com DOSVOX ele pode não se comportar muito bem para realizar uma leitura de tela ou ao acessar algum módulo do sistema ensino como o Moodle. Entretanto neste caso o NVDA se mostra mais eficaz para leitura de telas pois este é o seu propósito diferentemente do DOSVOX que tem como principal objetivo facilitar a utilização do computador e com isso foi concluído que a utilização de ambas ferramentas podem trazer ao usuário uma maior experiência de usabilidade e conseguir ter acessibilidade as mais diversas plataformas de estudo como realizar uma leitura de texto no próprio Moodle tirar dúvidas em grupos de estudo que possam utilizar chat, Twitter ou Facebook, e inclusive realizar pesquisa no Youtube.

#### **5. Trabalhos Futuros**

Acessibilidade ao ensino a distância para deficientes visuais envolve diversas áreas que possibilitam o levantamento de novos estudos que possam complementar este artigo, com isso um estudo bastante relevante é verificar a aplicação de diretrizes como WCAG 2.0 (*Web Content Accessibility Guidelines*) em ferramentas *Web* usadas no ensino a distância a fim de alavancar boas práticas de desenvolvimento para que estas aplicações sejam facilmente integradas a ferramentas como DOSVOX e NVDA.

#### **6. Referências Bibliográficas**

Santos, Carlos Eduardo Rocha dos e Fernandes, Solange Hassan Ahmad Ali (2015) “Um

- Ambiente Virtual onde a Educação a Distância Encontra-se com a Educação Matemática Inclusiva”, EAD em FOCO, v. 5, n. 1.
- IAPB (2017) “Blindness and Visual Impairment: Global Facts”, <https://www.iapb.org/vision-2020/global-facts>, Julho.
- Judson, Katie (2013) “Vision librarians tackle avoidable blindness”, <https://www.elsevier.com/connect/vision-librarians-tackle-avoidable-blindness>, Julho.
- Hack, J. (2010) “Linguagem virtual e audiovisual na ead”. In E. P. Tafner (Ed.), Produção de materiais autoinstrutivos para ead (p. 59-87). Indaial: ASSELVI.
- Freire, André Pimenta et al. (2007) “Using screen readers to reinforce Web accessibility education”, ACM SIGCSE Bulletin. ACM, p. 82-86.
- Drigas, Athanasios; Koukianakis, Leyteris; Papagerasimou, Yannis. (2006) “An e-learning environment for nontraditional students with sight disabilities.”, Frontiers in Education Conference, 36th Annual. IEEE, p. 23-27.
- Lima, Jefferson e Tavares, Orivaldo (2015) “Ambiente virtual de aprendizagem-Inclusão autônoma dos aprendizes deficientes visuais.”, Brazilian Symposium on Computers in Education, p. 702.
- Sonza, Andréa Poletto e Santarosa, Lucila Maria Costi (2003) “Ambientes digitais virtuais: acessibilidade aos deficientes visuais”, RENOTE: revista novas tecnologias na educação, Porto Alegre, RS.
- Calvo, Rocío; Iglesias, Ana; Moreno, Lourdes (2012) “Is Moodle Accessible for Visually Impaired People?”. Web Information Systems and Technologies, p. 207-220.
- Schenckel, Magali Rech e Soares, Silviane Lawall (2015) “Ferramentas para Deficientes Visuais no Estudo a Distância Utilizando o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle”. Revista Interativa, n. 1.
- Silveira, Clóvis da; Beiler, Adriana (2012) “Análise Comparativa Dos Software Leitores de Tela Utilizando o Ambiente Virtual de Aprendizagem MOODLE”.
- Nunes, C. S., Torres, M. K. L., Oliveira, P. C. de e Nakayama, M.K. (2012) “O ambiente virtual de aprendizagem Moodle: recursos para os processos de Aprendizagem Organizacional”, Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro. pp. 1-5.

# Inferência Abdutiva Computacional para o Ensino de Química: uma Nova Perspectiva para Construção de Conceitos por Analogia

Marcio Yuji Matsumoto<sup>1,2</sup>, Osvaldo Luiz de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)  
Rua Guatemala, 167, Jd. América – 13.231-230 – Campo Limpo Paulista – SP – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)  
Rua Pedro Vicente, 625, Canindé – 01.109-010 – São Paulo – SP – Brasil

matsumoto@ifsp.edu.br, osvaldo@faccamp.br

**Abstract.** *This paper describes the initial ideas of a research project in Computer Science. The project encompasses the development of a computational model and the implementation of a system for students to learn via the creation of theories by analogy with other theories. The Chemistry is used as a source for reflection on the computational challenges of the project.*

**Resumo.** *Este artigo descreve as idéias iniciais de um projeto de pesquisa em Ciência da Computação. O projeto envolve o desenvolvimento de um modelo computacional e a implementação de um sistema, para que os estudantes aprendam por meio da criação de teorias por analogia com outras teorias. A Química é empregada como fonte para reflexão sobre os desafios computacionais do projeto.*

## Introdução

A analogia pode ser entendida como uma comparação baseada na semelhança de estruturas de conhecimento diferentes, um conhecido e outro desconhecido, entre atributos presentes nos domínios considerados. A utilização das analogias no ensino das ciências promove a ativação do raciocínio analógico, organizando a percepção, desenvolve capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões, e tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstratos, promovendo o interesse dos alunos. Uma analogia pode, ainda, constituir um instrumento eficaz no processo de facilitar a evolução conceitual e permitir a percepção de eventuais concepções alternativas nos estudantes. [Duarte 2005]

Para [Cagnin 2008], a transferência analógica é a generalização e a adaptação de conhecimentos de uma situação anterior (fonte) para uma nova situação posterior (alvo), a partir de similaridades compartilhadas. Assim, uma resolução de problema por analogia partiria de um processamento inicial, onde o problema seria representado e haveria a recuperação de conhecimentos prévios sobre a fonte. Em seguida, ocorreria um processamento no qual haveria uma comparação ou um mapeamento de características comuns entre o problema fonte e o alvo. Após esses estágios iniciais, seria necessária uma adaptação da fonte ao alvo, por se tratarem de problemas de diferentes domínios, o que requer uma adequação daquilo que é recuperado na memória (fonte) às condições do problema alvo.



Mas, para que ocorra esta aplicação do conhecimento prévio, são necessários processos de generalização e de inferência, levando a abstrações.

Segundo [Magnani 2013], a analogia é uma forma composta de raciocínio que integra a indução e abdução, sendo que a última trata-se uma inferência com a qual as hipóteses são formuladas para explicar fatos observados, utilizando uma teoria como base de fundamentação. Neste trabalho, introduzimos as abduções e analogias como raciocínios de descoberta, por meio de um hipotético sistema computacional a ser implementado, com a finalidade de apresentar as possibilidades e limitações do raciocínio analógico abduutivo para gerar novas hipóteses.

O conteúdo deste artigo está organizado da seguinte maneira. A Seção 2 mostra a importância do raciocínio abduutivo em Química e apresenta alguns exemplos de seu uso. A Seção 3 expõe os elementos iniciais da proposta de pesquisa e, em particular, exemplifica a analogia entre duas teorias. Por fim, a Seção 4 pondera sobre os desafios do projeto de pesquisa cujas ideias iniciais são expostas neste artigo.

## **Raciocínio Abduutivo no Ensino de Química**

O ensino de Química é influenciado e organizado, normalmente, pelo raciocínio dedutivo. A teoria atômica costuma ser trabalhada na parte inicial dos cursos de química, para que seus modelos sejam testados, dedutivamente, nos mais diversos conceitos e situações práticas da disciplina. Por outro lado, a construção científica é feita por descobertas e, portanto, o ensino das ciências poderia ser considerado a partir do pensamento abduutivo e analógico, estimulando-se os testes e a formulação de hipóteses, para que a aprendizagem dos estudantes seja inspirada na atividade do cientista. [Kavalek 2016]

Ao longo dos séculos, a construção científica requeria a transposição das características de objetos observáveis para as concepções dos entes não observáveis. Os modelos atômicos, desse modo, foram tentativas para descrever a matéria em termos de partículas discretas chamadas de átomos. Com a teoria de Dalton, os átomos seriam indivisíveis, idênticos em massa e propriedades se fossem do mesmo elemento químico, e poderiam ser combinados entre si na razão de números inteiros. O progresso da ciência, para [Magnani 2013], depende da observação dos fatos certos e do julgamento feito a partir de ideias apropriadas. E isto foi o que Dalton fez ao propor a existência dos átomos, mesmo antes da invenção de instrumentação necessária para interagir diretamente com esses entes microscópicos.

Outro exemplo de um raciocínio abduutivo que fundamenta a disciplina de química é a postulação do modelo atômico planetário de Rutherford, baseada na dispersão de partículas alfa por uma fina placa de ouro, observada nos experimentos de Geiger e Marsden, em 1910. As potenciais informações sobre o mundo podem ser, em parte, reveladas com a ajuda de instrumentação científica e com o desenvolvimento de novos dispositivos. A computação e a informação são, dessa forma, a base de sustentação das ciências, sendo elas inseparáveis, conforme a teoria das categorias para formalização da abordagem info-computacional. [Woods 2010]

Na história do desenvolvimento das ciências, muitas vezes, ocorreram confirmações experimentais de uma teoria proposta por raciocínio abduutivo. A inferência abduitiva permite o entendimento de que uma teoria T tem boa chance de ser verdadeira, se

as previsões experimentais E são verdadeiras. Esse raciocínio abduutivo assemelha-se ao dedutivo com a introdução de um fator probabilístico, uma vez que dado E, então provavelmente T. Assim, embora a abdução não acarrete na certeza de dedução, existem certas restrições para o que podem ser consideradas boas hipóteses. Os sistemas de abdução podem ser analisados em termos dessas restrições, as quais permitem a comparação das diferentes hipóteses. A ordem de preferência das hipóteses pode ser decorrente de tais comparações, ao ponderar as diversas restrições. A formação de analogia é uma das possíveis restrições que contribuem para o raciocínio abduutivo, ao encontrar conjuntos de relações em um domínio de origem (fonte) que pode ser aplicado a um domínio alvo. Um exemplo para a química é a analogia entre o sistema solar e um átomo, sendo o Sol o núcleo de um átomo e, os planetas, os elétrons. Uma vez que uma analogia seja estabelecida com base em relações conhecidas, as características do domínio de origem podem virar hipóteses no domínio alvo. [Gama 2016]

### Analogia e Abdução: uma Proposta de Pesquisa para o Ensino de Química

[Ellis 1993] descreveu o funcionamento e comportamento dos semicondutores a partir de analogias com o equilíbrio ácido-base em soluções aquosas. Por exemplo, a dopagem de alumínio no silício é análoga ao processo de dissolução de ácido clorídrico (HCl) em água, enquanto que o diodo emissor de luz (LED) é análogo à célula eletroquímica de concentração.

Assim como ocorre em solução aquosa, a recombinação entre  $H^+$  e  $OH^-$ , formando a água e estabelecendo o equilíbrio químico, um processo similar ocorre com o par elétron-buraco (ou lacuna) no sólido. Nos semicondutores, as espécies químicas análogas aos ácidos e bases são os dopantes, como o Ga e As. No primeiro exemplo, ocorre a transferência dos elétrons da banda de valência do Si para os orbitais aceptores do Ga, produzindo buracos naquela banda, ou portadores móveis positivos de carga. No segundo caso, os elétrons dos orbitais doadores do As são excitados para a banda de condução do Si, gerando portadores móveis negativos de carga. Assim, é possível fazer analogias entre a força dos ácidos e bases, na água, e o caráter acceptor e doador dos dopantes nos semicondutores. A Tabela 1 resume as relações analógicas entre os dois sistemas químicos.

**Tabela 1. Paralelos entre a química em solução aquosa e em semicondutores**

Reação Química	Exemplo na Água	Exemplo no Silício
Autoionização do solvente	$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ $K_w = [H^+][OH^-]$ $[H^+] \approx 10^{-7} \text{ ions/cm}^3$	$Si_{(cristal)} \rightarrow h^+ + e^-$ $K = [h^+][e^-] = p \times n$ $[h^+] \approx 1,5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$
Ácido forte (acceptor forte)	$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$	$Ga \rightarrow h^+ + Ga^-$
Base forte (doador forte)	$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$	$As \rightarrow As^+ + e^-$
Ácido fraco (doador fraco)	$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$	$Cu \rightleftharpoons h^+ + Cu^-$
Base fraca (doador fraco)	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$	$Mn \rightleftharpoons Mn^+ + e^-$
Efeito do íon comum	adição de base (ácido) reduz a concentração de $H^+$ ( $OH^-$ )	adição de um doador (acceptor) reduz a concentração de $h^+$ ( $e^-$ )
Célula de concentração	$H_2   NaOH    HCl   H_2$ $E = \frac{-2,3RT}{F} \log \frac{[H^+]_{base}}{[H^+]_{acido}}$	tipo-n   tipo-p $E = \frac{-2,3RT}{F} \log \frac{[h^+]_n}{[h^+]_p}$

Pode-se notar uma grande correspondência entre o problema fonte e o problema

alvo. São sete reações que podem ser descritas no sistema semicondutor que são análogas às que ocorrem em solução aquosa. Isso deve possibilitar a recuperação na Memória de Longo Prazo (MLP) por ativar os conceitos prévios relativos aos dispositivos semicondutores, temas de interesse dos estudantes nos cursos de formação técnica profissionalizante. No pensamento analógico, os processos de recuperação de informação e do mapeamento são considerados fundamentais. Além disso, o mapeamento também pode ser bem sucedido por haver diversas relações mutuamente conectadas entre o problema fonte e o alvo.

Feitas tais considerações, este projeto de pesquisa pretende desenvolver um sistema de aprendizagem por meio de computador, que permita o trabalho quantitativo com conceitos de equilíbrio químico, os quais devem ser fornecidos por uma definição e exemplos. Sua funcionalidade pode ser baseada na regra de que um conceito conhecido seja necessário para a geração de outro conceito. Para cada caso, o sistema deve calcular um conjunto de exemplos que possuam uma determinada propriedade, descrita na definição do conceito de equilíbrio químico. Com esses exemplos, o sistema deve procurar por relações empíricas entre eles e formular conjecturas sempre que tal relacionamento for encontrado. Assim, espera-se buscar as possíveis analogias com a linguagem e conceitos envolvidos no estudo do equilíbrio químico, que possam ser utilizadas como base argumentativa para o ensino dos materiais semicondutores.

### **Considerações Finais e Perspectivas Futuras**

No ensino de ciências, as analogias costumam ser pouco utilizadas ou são feitas de forma inadequada, dado que o processo de seleção de situações análogas é pouco crítico, surgindo, em situações da aula, de uma forma improvisada. Ainda, as analogias utilizadas podem ser confusas e tão complexas, ou mais, do que o alvo e raramente se exploram as semelhanças mais relevantes entre o alvo e o análogo. A abdução por analogia é fundamental para o desenvolvimento da percepção científica do estudante. Uma das consequências da execução deste projeto será a produção de um sistema de aprendizagem por meio de computador, que permita o estabelecimento das relações entre os conceitos de equilíbrio químico em solução aquosa, com os conhecimentos específicos de semicondutores abordados na modalidade de educação profissionalizante. O programa deve interagir com o usuário permitindo que este escolha e controle as variáveis como temperatura, reagentes e dopantes, de tal modo que possa compreender seus efeitos sobre a fenomenologia de equilíbrio dinâmico das cargas elétricas, em nível submicroscópico. Uma vez fortalecidos os conceitos abordados, estes poderão constituir uma base sólida para novas construções vinculadas a diferentes subáreas do conhecimento, e dar sustentação para um aprendizado autônomo e eficiente.

### **Referências**

Cagnin, S. (2008). *Afeto e cognição: efeitos de similaridades afetivas na transferência analógica em resolução de problemas*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia, Programa de Pós-Graduação em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano, São Paulo.

- Duarte, M. C. (2005). Analogias na Educação em Ciências: Contribuições e Desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10:7–29.
- Ellis, A. B. (1993). *Teaching General Chemistry: A Materials Science Companion*. American Chemical Society.
- Gama, L. D. (2016). *Regras de inferência e teorias científicas: duas propostas de soluções lógico-probabilísticas para a afirmação do conseqüente na verificação de teorias e algumas aplicações no ensino de ciências*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, São Paulo.
- Kavalek, D. S. (2016). *Átomo, representação e filosofia da química : caminhos para a transição da linguagem diagramática para a discursiva em aulas da educação básica*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre.
- Magnani, L. (2013). *Model-based reasoning in science and technology : theoretical and cognitive issues*. Studies in applied philosophy epistemology and rational ethics 8. Springer.
- Woods, J. (2010). *Model-Based Reasoning in Science and Technology: Abduction, Logic, and Computational Discovery*. Studies in Computational Intelligence 314. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

# Mapeamento sistemático: aprendizagem com uso de dispositivos móveis

Camila Araújo Jerônimo Leite<sup>1</sup>, João Roberto Ursino da Cruz<sup>1,2</sup>, Ana Maria Monteiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Ciência da Computação – Faculdade Sumaré  
Av. Dr. Arnaldo, 1793 CEP: 01255-000 - Sumaré

<sup>2</sup>Mestrado em Ciência da Computação – Faculdade Campo Limpo Paulista  
(FACCAMP)  
Rua Guatemala, 167 - Campo Limpo Paulista – SP – 13231-230 – Brasil

camilajeronomileite@gmail.com, jrcruz9@gmail.com, anammont@cc.faccamp.br

**Abstract.** *The use of mobile devices in the education sector is increasingly entrenched. With the evolution of technologies related to these devices the number of applications developed for teaching and learning is growing. This article carry out a systematic mapping from the annals of the WIE (Informatics and Education Workshop) and the SBIE (Brazilian Symposium on Informatics and Education) to analyse the technologies that are being developed for these devices and to study in a systematic way their use in education.*

**Resumo.** A utilização de dispositivos móveis no âmbito educacional está cada vez mais enraizada. Com a evolução das tecnologias voltadas a estes dispositivos vem crescendo o número de aplicações desenvolvidas para ensino e aprendizagem. Este artigo realiza por meio de um mapeamento sistemático a partir dos anais do WIE (*Workshop de Informática e Educação*) e do SBIE (*Simpósio de Brasileiro de Informática e Educação*) uma análise das tecnologias que estão sendo desenvolvidas para estes dispositivos e seu uso na educação.

## Introdução

De acordo com o PNAD (2011), os dados relacionados a pessoas com mais de 10 anos de idade estimam que cerca de 69,1% da população brasileira nessa faixa etária possui um aparelho de dispositivo móvel para uso pessoal. Além disso, pessoas que tinham mais anos de estudos eram as que mais possuíam tais dispositivos. Corroborando isto, a pesquisa do CETIC (2015), constatou-se que 51% dos domicílios brasileiros tem acesso a Internet, e cerca de 93% utilizam dispositivos móveis.

Portanto é preciso desmistificar a inviabilidade do uso de dispositivos móveis em sala de aula. Com a volatilidade do meio digital é necessário identificar de que forma os dispositivos móveis podem e devem ser integrados ao ensino para agregar conhecimento.

Este artigo apresenta um mapeamento sistemático com a finalidade de identificar as iniciativas de uso dos dispositivos móveis em ambientes educacionais, além de analisar seus pontos positivos e negativos para o aprendizado.

A seção 2, apresenta o processo do mapeamento e são definidas às questões da pesquisa, a justificativa deste mapeamento, e os mecanismos de busca que foram utilizados na execução desta tarefa, além dos critérios de exclusão e inclusão utilizados. A seção 3, apresenta os resultados obtidos, e a Seção 4, as considerações sobre os resultados.

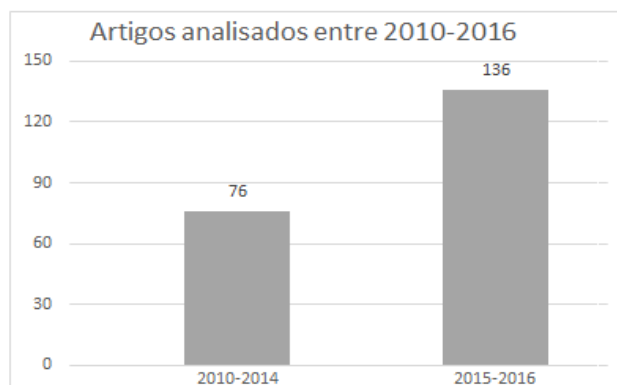
## 2. Escolhendo a estratégia de pesquisa

O objetivo deste trabalho é analisar de que forma os dispositivos móveis são utilizados como ferramentas de disseminação de conhecimento entre alunos e professores na sala de aula. Também refletir a partir dos relatos achados, o quanto as aplicações educacionais em uso estão auxiliando efetivamente o processo de aprendizagem.

### 2.1. Executando as buscas

Foram utilizados como base para a realização da pesquisa os anais do WIE (*Workshop de Informática e Educação*) e do SBIE (*Simpósio de Brasileiro de Informática e Educação*) que são referência no Brasil sobre o tema. Considerando os parâmetros de busca destacados em Cruz e Monteiro (2015), realizamos uma busca por artigos a partir das palavras-chaves “Mobile”, “M-Learning”, “Mobile-Learning”, “Celular”, “Smartphone”, “Tablet”, “Aprendizagem Móvel”, “Dispositivos Móveis”, “Jogos de Celular”, “Jogos Educacionais”, “Ubíquo” e “Ubíqua”.

Ao comparar os resultados obtidos em Cruz e Monteiro (2015), com a pesquisa aqui apresentada, observamos que foram encontrados 136 artigos a mais, como apresentado na Figura 1. Este número deve-se principalmente ao fato que nos anos 2015 e 2016, os anais em que foi feita a pesquisa passaram a adotar linhas exclusivas para publicação de artigos sobre o uso de dispositivos móveis no ambiente escolar.



**Figura 1. Comparação entre os artigos analisados por Cruz e Monteiro (2015) e os artigos utilizados neste mapeamento nos anos de e 2015-2016**

Após a realização de seleção dos artigos, seguindo os parâmetros determinados em Biolchini *et al.* (2005), foram lidos os resumos, introduções e conclusão de todos os artigos selecionados. Após a leitura, foram descartados os artigos que não apresentavam indicações do uso de *software* para dispositivos móveis ou não apresentavam parâmetros para a análise da efetividade pedagógica do uso de dispositivos móveis.

O objetivo do mapeamento sistemático foi encontrar possíveis respostas para as perguntas: “Quantos experimentos com dispositivos móveis em sala de aula se baseiam em aplicações desenvolvidas exclusivamente para este fim? ”, “Quais as linguagens de programação são utilizadas no desenvolvimento destas aplicações? ” e, “Quantos artigos relataram dados conclusivos em relação ao processo de aprendizagem com o uso de aplicações para dispositivos móveis? ”. Foram excluídos do estudo 184 artigos por não estarem relacionados ao objetivo do mapeamento.

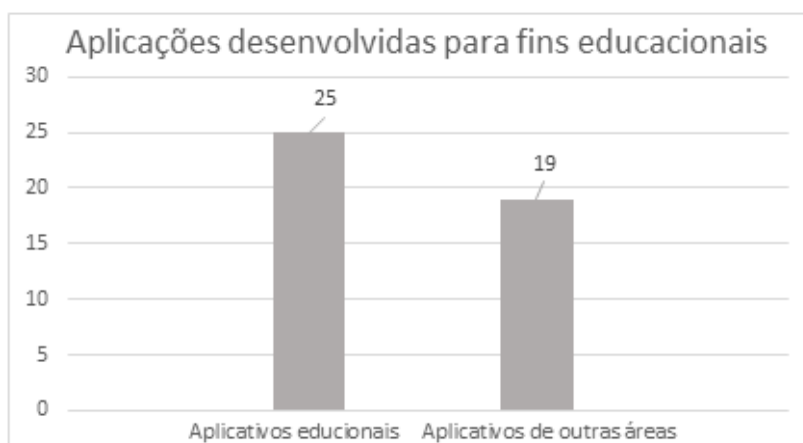
## 2.2 Analise dos artigos

Com base nos artigos analisados neste mapeamento obtivemos os resultados expostos na Tabela 1:

**Tabela 1. Artigos pesquisados na base de dados do WIE e SBIE (2015-2016)**

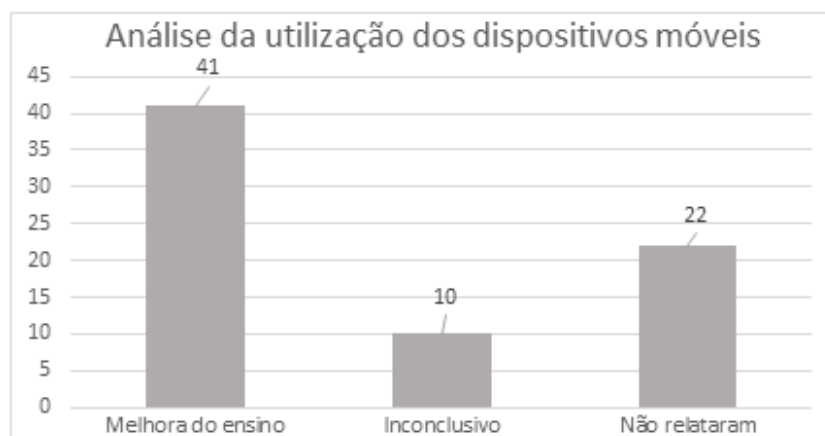
Artigos	Total
Artigos pesquisados	330
Artigos excluídos	257
Artigos incluídos neste mapeamento	73

Dos artigos analisados, 25 fizeram uso de aplicativos desenvolvidos apenas com a finalidade de serem usados para o ensino e 19 utilizaram aplicativos de terceiros para o auxílio no ensino, como apresentado na Figura 2.



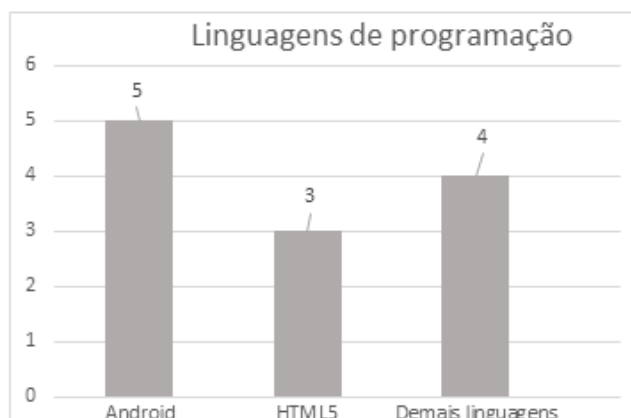
**Figura 2. Quantitativo de aplicações desenvolvidas com a finalidade de uso educacional**

Como apresentado na Figura 3, 41 artigos relatam melhoras na aprendizagem usando aplicações para dispositivos móveis, outros 10 obtiveram resultados inconclusivos, e 22 não analisaram o processo de aprendizagem em seus relatos.



**Figura 3. Avaliação da utilização dos dispositivos móveis**

Apenas 12 artigos informaram as linguagens de programação que utilizaram no decorrer do desenvolvimento, sendo que, 5 desenvolveram para plataforma Android, 3 utilizaram a linguagem HTML5 e 4 utilizaram linguagens diversas, como apresentado na Figura 4.



**Figura 4. Linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento das aplicações móveis**

### 3. Conclusão e trabalhos futuros

Ao observarmos os resultados da análise dos artigos é possível afirmar que existe uma forte tendência ao crescimento do uso de aplicações para dispositivos móveis focadas no uso em ambiente escolar. Observamos, ainda que professores e pesquisadores com maior conhecimento de linguagens de programação tendem a desenvolver soluções personalizadas para suas necessidades didáticas, mas mesmo aqueles que não têm este conhecimento, buscam em outros modelos de aplicação a possibilidade de implementar o uso de dispositivos móveis no ambiente escolar. Acreditamos que isto se faz principalmente pelos resultados positivos encontrados nos estudos relatados.



Como trabalho futuros, levando em consideração os modelos de aplicações pesquisadas, desenvolveremos algumas aplicações específicas do uso de dispositivos móveis para o ambiente escolar, e com o auxílio de professores e alunos avaliaremos quais devem ser os principais requisitos para que estes possam ser considerados ferramentas de auxílio no processo de aprendizagem.

### **Bibliografia**

Biolchini, J., Mian, P. G., Natali, A. C. C., e Travassos, G. H. (2005), *Systematic review in software engineering*. Technical Report TR - ES 679 / 05, Systems Engineering and Computer Science Department, UFRJ, Rio de Janeiro.

CETIC. *Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2015*. Disponível em: <<http://www.cetic.br/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nos-domicilios-brasileiros-tic-domicilios-2015/>> Acesso em: 10 abril. 2017.

Cruz, J. R. U.; Monteiro, A. M. (2015), *Mapeamento Sistemático sobre Experimentos Educacionais com Uso de Dispositivos Móveis*. Anais do XI WCF - Workshop de Computação da FACCAMP. Campo Limpo Paulista, 2015. v. Vol 2. p. 91-96.

França, R. S., Tedesco, P. C. A. R., (2015). *Caracterizando a pesquisa sobre auto avaliação na aprendizagem de programação para iniciantes*. Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015).

IBGE (2011), *Acesso à internet e posse de telefone móvel celular para uso pessoal*. Pesquisa nacional por amostra de domicílios: PNAD, Rio de Janeiro, IBGE, 2011. Acesso em: 10 abril. 2017.

# ***NMRDB* para atividades interativas investigativas com a informática química (*cheminformatic*)**

**Alba D. Q. Ferreira<sup>1</sup>, Bruna Souza<sup>2</sup>, Gustavo H. Carvalho<sup>2</sup>, Nicolas C. Scorpelini<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Ensino Superior São Paulo– Faculdade de Paulínia (FACP)  
Paulínia – SP – Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Ensino Superior Campo Limpo Paulista– Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)

alba.facp@gmail.com

**Abstract.** *NMRDB is a tool of chemical informatics for predictions of spectra of Nuclear Magnetic Resonance (NMR), an essential technique for the determination of molecular structures. The development of nmrdb illustrates the ANNs (Artificial Neural Networks) solving chemical problems. The characteristics of this educational tool facilitate interactivity and investigative thinking, as demonstrated in the activity with acetylcholine, histamine and oxytocine molecules.*

**Resumo.** *NMRDB é uma ferramenta da informática química para previsões de espectros de Ressonância Magnética Nuclear (RMN), uma técnica essencial para a determinação de estruturas moleculares. O desenvolvimento do nmrdb ilustra as RNAs (Redes Neurais Artificiais) na solução de problemas químicos. As características desse recurso educativo facilitam a interatividade e o pensamento investigativo, conforme demonstrado na atividade com as moléculas da acetilcolina, histamina e oxitocina.*

## **1. Introdução**

A quantidade crescente de informações sobre as substâncias químicas, desde pequenas moléculas até macromoléculas, associada à necessidade de mecanismos de busca de dados usando a linguagem química, contribuiu para o desenvolvimento da informática química (na língua inglesa pode ser *cheminformatic* ou *chemoinformatic*). Neste caso, o interesse maior está no planejamento, criação, organização, gestão, recuperação, análise, disseminação, visualização e o uso dos dados para resolver problemas químicos, incluindo as previsões de propriedades. Em termos de conceitos básicos, a química computacional utiliza os da mecânica clássica e da química quântica [Skaf 2013], ao passo que a informática química necessita de um novo conceito, o espaço químico, onde as moléculas equivalem às estrelas desse universo [Varnek & Baskin 2010].

A informática química, além de ilustrar as aplicações da matemática para a compreensão de fenômenos químicos, forneceu nos últimos anos recursos para o desenvolvimento de atividades investigativas que possibilitam a visualização de estruturas químicas e a previsão de propriedades de moléculas. Os algoritmos que fazem previsões utilizam,

entre outros recursos, a abordagem das redes neurais artificiais (RNAs), como exemplificado na ferramenta usada neste trabalho, o *www.nmrdb.org* [Banfi & Patiny 2008]. Esta ferramenta *online* é uma interface alternativa do projeto SPINUS (*Structure-based Predictions In Nuclear magnetic resonance Spectroscopy*) [Aries-de-Sousa & Binev 2011].

A Ressonância Magnética Nuclear (RMN) é uma das mais eficientes para a elucidação de estruturas de moléculas orgânicas, incluindo as biomoléculas. Para esta técnica espectroscópica não há necessidade de luz, pois o sistema químico é perturbado por um campo magnético ( $B_0$ ) com energia na faixa de rádio frequência (MHz). Os núcleos atômicos que geram sinal de RMN são de isótopos que possuem spin e momento magnético. Por exemplo, para o hidrogênio (por ter carga positiva é chamado de próton,  $^1\text{H}$ ) há dois estados de spin:  $+1/2$  (de energia baixa, alinhado com  $B_0$ ) e  $-1/2$  (de energia alta, em sentido oposto de  $B_0$ ). Na presença desse campo, o spin nuclear sofre transições entre dois níveis energéticos permitidos pela química quântica, sendo que este sinal poderá sofrer desdobramentos em função do acoplamento entre os núcleos ativos vizinhos [Pavia 2010]. A instrumentação para a realização desses experimentos é complexa e cara, mas os recursos tecnológicos de livre acesso para previsão de dados experimentais provam ser suficientes para o ensino - aprendizagem dos fatos, conceitos e princípios essenciais sobre RMN na graduação.

A seguir são apresentados exemplos de aplicações das RNAs nas soluções de problemas para análises de RMN e os resultados das atividades de simulações para a previsão de espectros de moléculas com atividade biológica, a saber, acetilcolina, histamina e oxitocina. Dentro desse contexto, a expectativa é divulgar um software educativo (SE) /objeto de aprendizagem (OA) [Machado 2016] de qualidade, acessível e que promove a interdisciplinaridade, o uso de habilidades investigativas e discussões sobre a importância da informática química para o processo de ensino-aprendizagem do pensamento químico.

## **2. As RNAs e estratégias para o desenvolvimento do NMRDB**

Evidências desde o início da década de 90 apontam para o interesse de químicos na aplicação de RNAs para o desenvolvimento de ferramentas de informática química para a investigação de problemas analíticos como os de espectroscopia de RMN [Burns & Whitesides 1993], [Gasteiger & Zupan 1993], [Spining *et al.* 1994]. As características inerentes do fenômeno que resulta nos sinais de RMN facilitaram as investigações para previsão de parâmetros espectrais, correlação das estruturas com os espectros, determinação de propriedades das substâncias até análises de misturas biológicas complexas [Meusinger & Himmelreich 2003].

A construção de modelos para as previsões de valores de deslocamento químico ( $\delta$ ) requer a coleta de dados experimentais e da literatura envolvendo estruturas com vários tipos de prótons em diferentes ambientes químicos. Por outro lado, tais previsões podem ser melhoradas testando as RNAs com arquiteturas e algoritmos de aprendizado distintos. Por exemplo, para a previsão de valores de  $\delta$  de hidrocarbonetos a rede neural de contrapropagação ou CPNN (*ConterPropagation Neural Network*) foi treinada com

744 exemplos de prótons tendo descritores físico-químicos, topológicos e geométricos, sendo que os algoritmos genéticos foram aplicados na seleção dos descritores [Aires-de-Sousa *et al.* 2002]. Com o mesmo número de exemplos de prótons, resultados mais exatos foram obtidos com um conjunto de redes diretas ou FFNN (*Feed Forward Neural Network*) [Binev & Aires-de-Sousa 2004]. Na versão atual do *nmrdb* há 75 FFNNs treinadas para cada classe de prótons, sendo 6.700 prótons ligados às estruturas alifáticas rígidas, 5.320 prótons ligados às estruturas alifáticas não rígidas, 5.230 prótons ligados aos sistemas aromáticos e 872 prótons  $\pi$  de sistemas não aromáticos, resultando em 18.122 valores de  $\delta$  [Aires-de-Sousa & Binev 2011].

Porém, além de determinar os deslocamentos químicos, outro desafio computacional estava em eliminar os acoplamentos fracos e reduzir o tempo do cálculo das simulações de moléculas com mais de 13 núcleos ativos. Esta limitação foi contornada por meio de um algoritmo de Hamiltoniano aproximado, resultado da soma de um grande número de Hamiltonianos menores, que remove as interações fracas de acoplamento, faz o desdobramento dos sistemas de spins de modo eficiente e depois corrige o efeito dos acoplamentos que foram descartados [Castillo *et al.* 2011]. O procedimento de associações de redes neurais (ASNN) com as FFNNs foi aplicado para melhorar e corrigir as previsões dos deslocamentos químicos e também determinar, com uma ASNN secundária contendo dados experimentais, os valores das constantes de acoplamento (J, em Hz) [Binev *et al.* 2007].

### **3. Exemplos de simulações de espectros de RMN-<sup>1</sup>H com o *NMRDB* e os aspectos investigativos da atividade**

O tema “moléculas da vida” foi adotado como contexto da aprendizagem das aplicações da espectroscopia de RMN na disciplina de Análise Instrumental. As substâncias selecionadas (acetilcolina, histamina e oxitocina) possuem em comum a neurotransmissão, mas a histamina e, em especial a oxitocina, apresentam outras funções relevantes [Hastings *et al.* 2013]. A investigação estrutural de tais moléculas com o SE/OA proposto possibilita a visualização de fenômenos do universo quântico, o que pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento químico [Wartha *et al.* 2010].

A seguir estão os passos essenciais para a interação com o *NMRDB* e os princípios básicos da origem do sinal de RMN que auxiliam na discussão dos espectros simulados.

Os estímulos para as RNAs do *NMRDB* são as estruturas químicas. Há duas opções para inserir esses dados: a) usando o código SMILES da molécula [Weininger 1988] ou b) desenhando a estrutura com o editor molecular JSME [Bienfait & Ertl 2013] que está acessível no *nmrdb* como indicado na Figura 1.

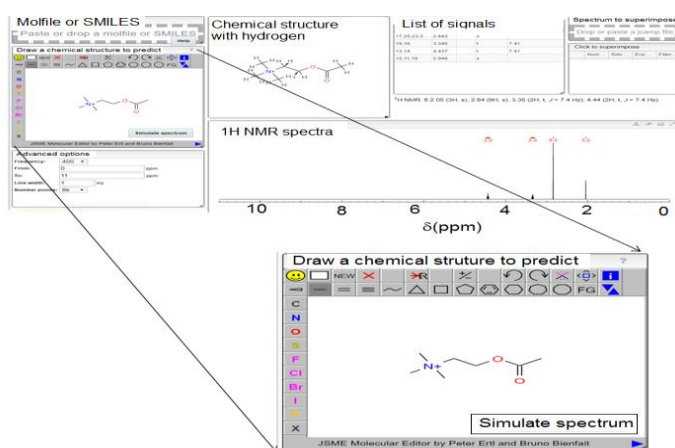


Figura 1. Estrutura da acetilcolina editada com o JSME no *NMRDB*.

Na prática, a frequência de ressonância exata de cada núcleo depende dos elétrons que estão no seu entorno causando o efeito de blindagem, o que resulta no campo magnético efetivo do núcleo. Como as diferenças de frequências são muito pequenas, então a medida é realizada em função de uma referência, para prótons é o TMS (tetrametilsilano). O deslocamento químico ( $\delta$ ) é a unidade de medida em partes por milhão (ppm) que indica a diferença de deslocamento da frequência em relação ao TMS (em Hz) em função da frequência do espectrômetro (em MHz). A posição do sinal de ressonância no espectro é influenciada pelo ambiente químico ao redor do núcleo. Quando os prótons estão próximos de grupos eletronegativos, os sinais são observados em valores de  $\delta$  maiores, e neste caso os prótons estão mais desblindados. Para os prótons blindados, os sinais estão em valores de  $\delta$  menores [Pavia 2010]. Para prótons em diferentes ambientes químicos é possível encontrar os valores de  $\delta$  tabelados dentro de uma faixa de 0-12 ppm, o que facilita a verificação dos resultados do *NMRDB*. Na sequência será exemplificada a identificação de um conjunto de prótons no espectro simulado. É importante destacar que este SE/OA não faz previsões para prótons que estão diretamente ligados ao oxigênio e ao nitrogênio.

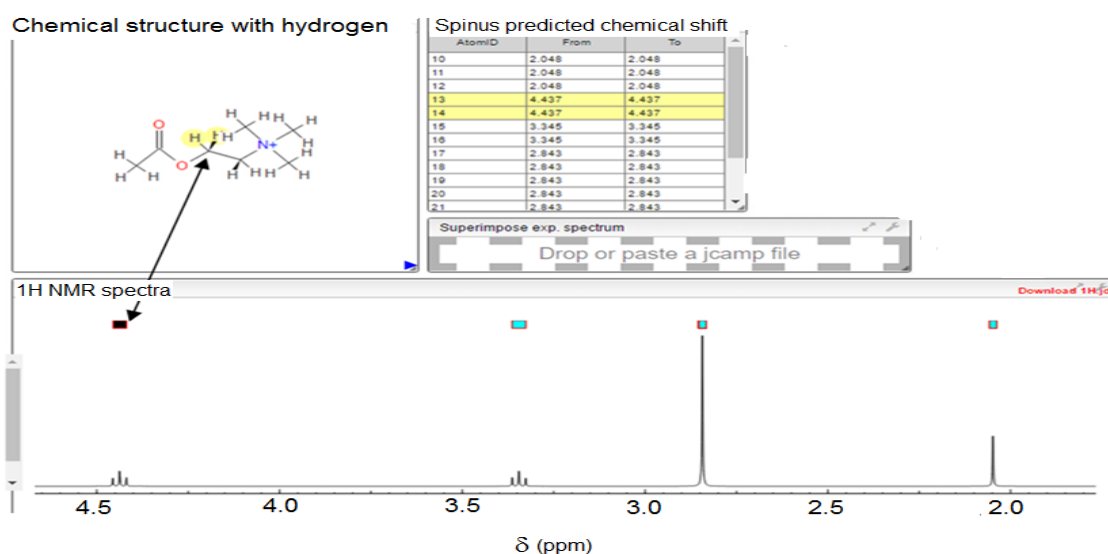
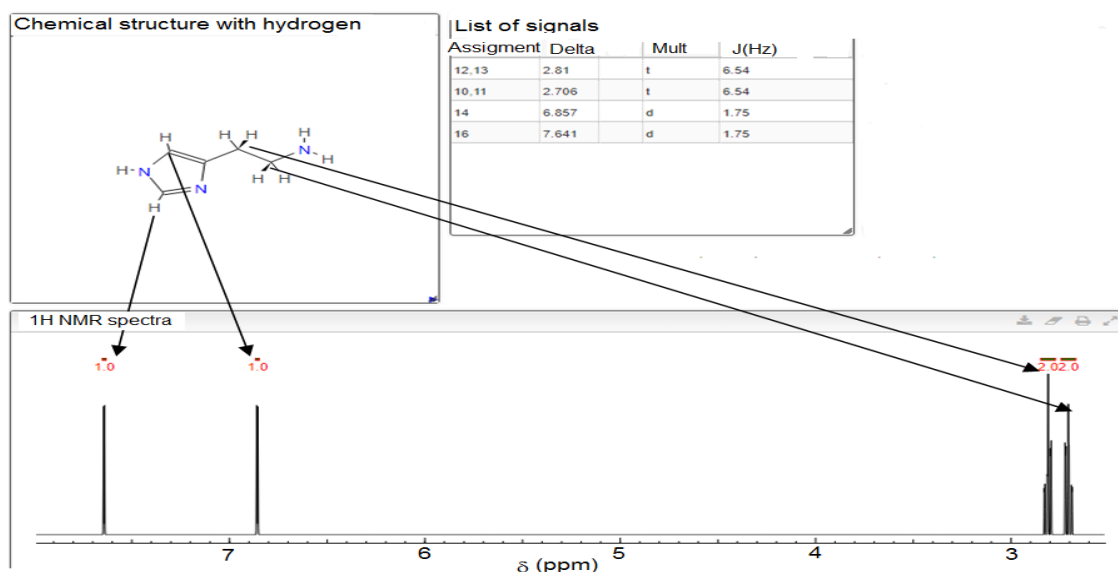


Figura 2. Espectro de RMN- $^1\text{H}$  para acetilcolina com a versão anterior do programa.

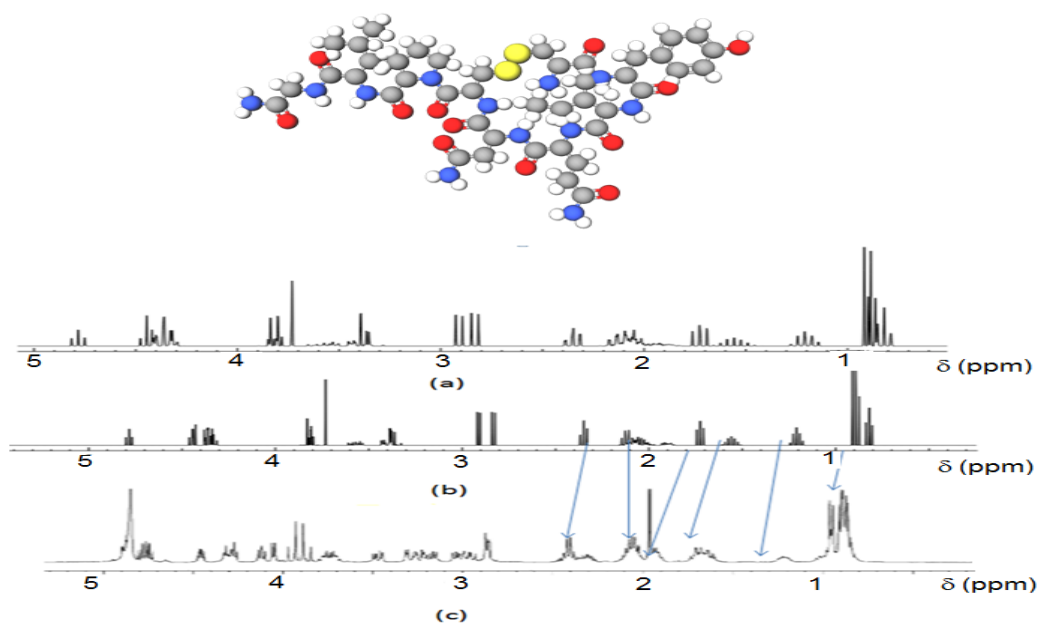
Ao passar o cursor sobre algum núcleo destaca-se, com mudança de cor, o pico correspondente e vice-versa. Nesse exemplo os núcleos ativos em destaque correspondem ao conjunto de picos à esquerda, pois esses prótons estão mais próximos do grupo éster, o mais eletronegativo da estrutura, ou seja, os picos à esquerda são da parte menos blindada da molécula. Além do valor de  $\delta$ , outro dado importante para elucidação estrutural de moléculas é o desdobramento dos sinais em função do número de núcleos ativos vizinhos ao núcleo que está sendo medido. Para o  $^1\text{H}$  vale a regra  $n + 1$ , sendo  $n$  o número de núcleos ativos vizinhos [Pavia 2010]. Por exemplo, o sinal assinalado na Figura 2 confirma a presença de 2 prótons vizinhos, pois se desdobrou em um tripleto.

É possível observar que para a próxima molécula este princípio é ilustrado de modo semelhante. O grupo mais eletronegativo da histamina é o anel imidazólico e os 2 prótons a ele ligados (que estão em  $\delta$  2,71) têm como vizinhos 2 prótons um pouco mais blindados ( $\delta$  2,81), fornecendo os dois tripletos indicado na Figura 3. Esta pequena variação de  $\delta$  é visualizada com a simulação em 400 MHz. A magnitude da interação entre os prótons vizinhos depende da estrutura molecular e pode ser avaliada com a constante de acoplamento ( $J$ , em Hz). A versão atual do *NMRDB* prevê esses valores e a comparação com os dados experimentais tabelados é uma atividade sugerida para avaliação crítica dos resultados calculados.



**Figura 3. Espectro de RMN- $^1\text{H}$  para histamina (400 MHz) com a versão atual do programa.**

Em termos estruturais, o grau de complexidade cresce da acetilcolina, para a histamina, sendo a da oxitocina a mais problemática. A estrutura 3 D da oxitocina na Figura 4 foi gerada com o *Molview* [Bergwef 2015]. Esta molécula é a que a forneceu o maior desafio para a simulação, pois possui 66 prótons e uma estrutura cíclica não rígida. A limitação está na complexidade do espectro simulado e não no tempo para o cálculo, pois para as três moléculas os resultados são apresentados em segundos. Exceto para poucas semelhanças que estão em destaque na Figura 5, os espectros não correspondem ao dado experimental [Kellenbach *et al.* 2008]. Desse modo, foi verificado que a simulação para a oxitocina abre possibilidades para novos questionamentos.



**Figura 4. Espectros de RMN-<sup>1</sup>H da oxitocina: a) simulado em 200 MHz, b) simulado em 400 MHz, c) experimental em 400 MHz. (As esferas mais claras na estrutura 3D representam os prótons da oxitocina).**

De fato, quando as moléculas são maiores é comum partir para técnicas de RMN bidimensional e RMN-<sup>13</sup>C. É importante destacar que a versão atual do *NMRDB* já faz previsões de espectros 2D e de <sup>13</sup>C, mas simular e analisar esses espectros está além dos objetivos deste trabalho.

Com respeito às atividades investigativas, foi observado que as características pertinentes desse recurso digital criam oportunidades para aplicar a taxonomia de Bloom [Anderson & Krathwohl 2001] integrada com os modelos de questões para o desenvolvimento do pensamento crítico [Barton 1997]. Isto deve facilitar a elaboração de perguntas de nível cognitivo elevado e que só podem ser respondidas com a análise dos resultados do *NMRDB*, por exemplo: a) “Que fatos você selecionaria para mostrar que a estrutura está relacionada com o espectro calculado”? b) “Como você resolveria o problema de interpretação espectral para esta molécula usando o que tem aprendido sobre a origem do sinal de RMN-<sup>1</sup>H”? c) “Como você provaria que o espectro simulado corresponde à estrutura da molécula”? Conforme foi exemplificado para a acetilcolina e histamina, as duas primeiras questões podem ser respondidas com os princípios básicos de interpretação de RMN-<sup>1</sup>H e com a simulação, mas a última requer o uso de dados experimentais, abrindo a possibilidade para novos questionamentos, comparando os dados disponíveis no *SDBS data base* [SDBS 2017] com os obtidos no *NMRDB*.

#### 4. Considerações finais

O *NMRDB* ilustra como o desenvolvimento das RNAs contribui para melhorar as aplicações da análise de RMN. Este SE/OA exemplifica o uso integrado de ferramentas da informática química como o SMLIES, JSME e estimula a consulta de banco de dados espectrais, como o SDBS para verificação dos resultados da previsão. Tem o potencial para promover o desenvolvimento do pensamento químico, pois possibilita a visualização de fenômenos do universo quântico da origem do sinal de RMN e de fatos

experimentais essenciais, como o efeito da eletronegatividade nos deslocamentos químicos e a relação da estrutura com o desdobramento do sinal no espectro. Facilita fazer a conferência imediata das previsões feitas manualmente, estimulando as correções e questionamentos adequados para atividades investigativas, como foi exemplificado para as moléculas dos neurotransmissores, acetilcolina e histamina (com estruturas mais simples) e oxitocina (mais complexa e que favoreceu observar uma limitação do simulador). Com o *NMRDB* o estudo sobre RMN pode se tornar mais envolvente e interativo. Isto é tão próximo como ter a disposição um instrumento de RMN real.

## Referências

- Aires-de-Sousa, J., Hemmer, M. and Gasteiger, J. (2002) “Prediction of  $^1\text{H-NMR}$  Chemical Shifts Using Neural Networks”. In: *Analytical Chemistry*, v. 74, n.1, p. 80-90.
- Aires-de-Sousa, J. and Binev, Y. (2011) “SPINUS-WEB”, <http://www2.chemie.uni-erlangen.de/services/spinus/>. Acesso: julho 2017.
- Anderson, L.W. & Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*, Addison Wesley/Longman.
- Banfi, D. and Patiny, L. (2008) “www.nmrdb.org: Resurrecting and processing NMR spectra on-line”. In: *Chimia*, v. 62, n. 4, p. 280-281.
- Barton, L. G.(1994). *Quick Flip Questions for Critical Thinking*, Edupress.
- Bergwef, H. (2015). Molview <https://confchem.cce.divched.org/2015FallCCCENLP9>, acesso: julho 2017.
- Bienfait, B. and Ertl, P. (2013). “JSME: a free molecule editor in JavaScript”. In: *Journal of Cheminformatics*. v.5, n.24, p. 2-6
- Binev, Y. and Aires-de-Sousa, J. (2004) “Structure-based predictions of  $^1\text{H-NMR}$  chemical shifts using feed-forward neural networks”. In: *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*. v. 44, n.3, p. 940–945.
- Binev, Y., Corvo M. and Aires-de-Sousa, J. (2004) “The Impact of Available Experimental Data on the Prediction of  $^1\text{H-NMR}$  Chemical Shifts by Neural Networks”. In: *Journal of Chemical Information and Computer sciences*. v.44, n.3, p. 946–949.
- Binev, Y., Marques, M.M.B., and Aires-de-Sousa, J. (2007) “Prediction of  $^1\text{H-NMR}$  Coupling Constants with Associative Neural Networks Trained for Chemical Shifts”. In: *Journal of Chemical Information and Modeling*. v.47, n.6, p. 2089–2097.
- Burns, J.A. and Whitesides, G.M. (1993) “Feed-Forward Neural Networks in Chemistry: Mathematical System for Classification and Pattern Recognition”. In *Chemical Review*, v. 98, n.8, p. 2583-2601.



- Castillo, A.M., Patiny L. and Wist, J. (2011) “Fast and Accurate Algorithm for the Simulation of NMR spectra of Large Spin Systems”. *Journal of Magnetic Resonance*, v. 209, n. 3, p. 123–130.
- Hastings, J., de Matos, P., Dekker, A., Ennis, M., Harsha, B., Kale, N., Muthukrishnan, V., Owen, G., Turner, S., Williams, M., and Steinbeck, C. (2013) “The ChEBI reference database and ontology for biologically relevant chemistry: enhancements for 2013”. In: *Nucleic Acids*, v. 41, D1, p. D456-D463.
- Gasteiger, J. and Zupan, J. (1993) “Neural Networks in Chemistry”. In: *Angewandte Chemie International Edition*, p. 503-527.
- Kellenbach, E., Sanders, K. and Overbeek, P.L.A. (2008) “The Use of Proton NMR as an Alternative for Amino Acid Identity Test for Peptides”. In: *NMR Spectroscopy in Pharmaceutical Analysis*, Edited by Ulrike Holzgrabe, Bernd Diehl and Iwona Wawer, Elsevier, Oxford.
- Machado, A.S. (2016) “Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química”. In: *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 2, p.104-111.
- Meusinger, R. and Himmelreich, U. (2003). “Neural Networks and Genetic Algorithms Applications in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy”. In: *Nature inspired Methods in Chemometrics: Genetic Algorithms and Neural Networks*, Edited by Riccardo Liardi, Elsevier, Oxford.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S. and Vyvyan, J. R (2010). “Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear, Parte 1: Componentes Básicos”. In: *Introdução à Espectroscopia*. 4ª ed. São Paulo: Cengage Learning, p. 101-310.
- Skaf, M.S. (2013) “O Prêmio Nobel de Química 2013”. In: *Química Nova na Escola*, v.35, n. 4, p. 243-246.
- Spining, M.T., Darsey, J.A., Sumpter, B.G. and Noid, D.W. (1994) “Opening Up the Black Box of Artificial Neural Networks”. In: *Journal of Chemical Education*, p. 406-411.
- SDBSWeb (2017): “Spectral Data Base”, <http://sdbs.db.aist.go.jp>, acesso: julho 2017.
- Varnek, A. and Baskin, I.I. (2010) “Chemoinformatics as a Theoretical Chemistry Discipline”. In: *Molecular Informatics*, v. 30, p. 20-32.
- Wartha, E. J., Alves, L. C., Sá, L; P., Sanjuan, M. E. C. and Santos, C. V. (2010). “Uma proposta didática para a elaboração do pensamento químico sobre elemento químico, átomos, moléculas e substâncias”. In: *Experiências em Ensino de Ciências*. v. 5, n.1 p. 7-20.
- Weininger, D. (1988), “SMILES, a chemical language and information system. 1. Introduction to methodology and encoding rules”. In: *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, v. 28, n.1, p. 31-36.

# Análise de estudo sobre aplicação da infraestrutura ágil com Docker e seus impactos na TI

Matheus Scarpato Fidelis<sup>1</sup>, Rafael Gross<sup>1</sup>, Tarsila Bianca Domingues de Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu “Dom Amaury Castanho”

Avenida Tiradentes, n.º 1211 – Parque Industrial – Itu – SP – Brazil – 13.309-640

{matheus.fidelis@fatec.sp.gov.br, rafael.gross@fatec.sp.gov.br, tarsila.carvalho@fatec.sp.gov.br}

## Introdução

A atual indústria de desenvolvimento de *software* vive em um cenário dinâmico que exige que a mesma se reinvente todos os dias. O Docker tem o intuito de trazer velocidade, estabilidade e alta disponibilidade do *software* em todas as suas etapas, desde o desenvolvimento até a entrega em produção. A tecnologia vem sendo adotada fortemente por diversas empresas no ramo de *cloud computing* para prover ambientes escaláveis e tolerantes a falhas.

## Desenvolvimento

O Docker foi criado em 2013 por uma empresa chamada dotCloud para suportar de forma mais simples a gestão de contêineres Linux na sua plataforma de *PaaS* (“*Plataform as a Service*”). Pouco tempo depois o Docker já havia sido adotado fortemente pela comunidade *open source* o que ajudou no desenvolvimento e evolução da ferramenta e não levou muito tempo para que o mercado resolvesse adotá-la como uma forma revolucionária de desenvolvimento e entrega de *software* pelo seu poder de atingir tanto as ferramentas de gerenciamento de configuração e virtualização quanto no aumento da produtividade.

Os contêineres Linux, ou LXC, como também são conhecidos, distribuídos desde de julho de 2008, são utilizados pelo Docker para compartilhar parte dos recursos do *kernel* do sistema operacional do *host* e utilizar o que interessa do *Guest OS*, sistemas enjaulados. Os contêineres permitem que recursos, bibliotecas e configurações sejam “enjaulados” em um pacote e isolados através de *namespaces*. Dessa forma, o Docker funciona como uma camada sobre o LXC.

## Considerações Finais

O novo contexto de necessidades de desenvolvimento ágil de *software* permite facilmente a adoção do Docker para simplificação do gerenciamento de contêineres Linux e a possibilidade de empacotamento de pequenas dependências das aplicações de uma forma mais simplificada e o transporte das mesmas de forma eficiente e integra durante as fases de desenvolvimento, teste e entrega em produção.

# Um estudo do comportamento, estrutura e padrões de invasão de malwares *Web*

Alann Perini<sup>1</sup>, Douglas Sousa<sup>2</sup>, Wellington Rodrigues<sup>1</sup>, João Roberto Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Anhanguera Educacional Campus Campo Limpo

São Paulo – SP - Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal do Paraná (IFPR) –Campus Assis Chateaubriand – PR

Assis Chateaubriand - PR – Brasil

alann.perini@anhanguera.com, douglas.sousa@ifpr.com.br,  
wellbar2@yahoo.com.br, joão.cruz@cc.faccamp.br

**Abstract.** *In this article our objective is malware research and analysis, identifying the way it infects computers and common kind of WEB attacks. Nowadays there is a big amount of malicious sites that contains files that infects the computer, and it can be an usual file downloaded automatically right after the page starts or after clicking on a link or somewhere in the page. In some situation, the malware deletes personal files of the users and other important stuff or even grant access to monitor the computer and in other cases, it can even control it. The proposal that is going to be executed with research and analysis is to identify security flaws that can be fixed to improve privacy and security to the user and its machine.*

**Resumo.** *Este artigo tem como objetivo a pesquisa e análise de malwares identificando a maneira como afetam a máquina além de diversos tipos de ataques e invasões mais comum pela Web. Atualmente há um grande lote de sites maliciosos que contém arquivos que infetam o computador, podendo ser um arquivo que é baixado automaticamente assim que a página é aberta no navegador, ou ao clicar em alguma parte do site ou link contido no site. Estes arquivos são conhecidos como malwares e ao infectar a máquina o arquivo tem a possibilidade de fazer o que foi programado. A proposta a ser executada com as pesquisas e análise, é identificar falhas na segurança que podem ser corrigidas, afim de melhorar e aperfeiçoar a privacidade e segurança do usuário e de sua máquina.*

# A Complexidade de Tempo dos Algoritmos de Ordenação MergeSort e QuickSort

Emilio Carlos Rodrigues<sup>1,2</sup>, Jeferson de Souza Dias<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Campo Limpo Paulista (FACCAMP)  
CEP: 13231-230 – Campo Limpo Paulista – SP – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de São Paulo (IFSP) *campus* Bragança Paulista  
CEP: 12929-600 – Bragança Paulista – SP – Brasil

<sup>3</sup>Escola Técnica Sequencial - *Unidade* Capão Redondo  
CEP: 05835-005 – São Paulo – SP – Brasil

emiliorc1986@gmail.com, j.sdias@hotmail.com

**Abstract.** *This article introduces the MergeSort and QuickSort algorithms. It discusses operation, presents pseudocodes and "division and conquest" strategy. Also shows how to extract the relation of recurrence based on analysis of the algorithms and demonstrates the calculation of the time complexity of the algorithms worked..*

**Resumo.** *Este artigo introduz os algoritmos MergeSort e QuickSort. Discorre sobre funcionamento, apresenta pseudocódigos e estratégia "divisão e conquista". Também demonstra como formar a relação de recorrência com base em análise dos algoritmos e demonstra o cálculo da complexidade de tempo dos algoritmos trabalhados.*

# Interface Gráfica Adaptada e Raspberry Pi para Inclusão Digital de Idosos

Rafael Godoi Vasques<sup>1</sup>, Adaní Cusin Sacilotti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Faculdade de Tecnologia de Jundiaí (FATEC-JD)

Av. União dos Ferroviários, 1760 – 13.201-160 – Jundiaí – SP – Brazil

rafael.vasques@fatec.sp.gov.br, prof.adani@fatec.sp.gov.br

**Abstract.** *This paper deals with the graphical interface modification for the digital inclusion of the elderly, showing examples of current interfaces compared to as they could be. Its theoretical foundation in studies of the use of the technology by elderly has the objective of showing alternatives interfaces for human computer interaction, which can improve aspects such as social interaction and communication for this group of people. It will also be briefly addressed the Raspberry Pi minicomputer, which presents a great value for money. With the points and examples transmitted throughout this work, you can create a starting point for further research on gerontechnology area and computer human interaction for elderly.*

**Resumo.** *Este trabalho trata da modificação de interface gráfica do sistema para a inclusão digital de idosos, mostrando exemplos de interfaces atuais em comparação sobre como poderiam ser. Seu embasamento teórico em estudos e artigos sobre o uso de tecnologia pela terceira idade tem por objetivo mostrar propostas alternativas de interface para interação humano computador, o qual pode melhorar aspectos como a interação social e comunicação deste grupo de pessoas. Será abordado brevemente o Raspberry Pi, um minicomputador com ótimo custo-benefício. Com os pontos e exemplos transmitidos ao longo deste trabalho, é possível criar um ponto de partida para mais pesquisas na área de gerontechnologia e interação humano computador para idosos.*

## Índice de autores

<b>B</b>	
Barbosa Rodrigues, Wellington	11, 16, 74
Barbosa Sousa, Douglas	74
Batista Da Fonseca, Diego	16
Batista, Michel	47
Bueno Silva, João Marcos	37
<b>C</b>	
Carvalho, Gustavo H.	65
Carvalho, Tarsila	73
Catini, Rita	21
Cesar Galhardi, Antonio	73
Cirillo E Silva, Nathan	73
<b>D</b>	
de Souza Dias, Jeferson	75
<b>F</b>	
Ferreira, Alba D.Q.	65
Fidelis, Matheus	73
<b>G</b>	
Gaspar, Renata	21
Gross, Rafael	73
<b>L</b>	
Leite, Camila	60
Lobo, Ricardo	47
<b>M</b>	
Matsumoto, Marcio	55
Monteiro, Ana Maria	6, 42, 60
Motoyama, Shusaburo	29, 37
<b>N</b>	
Nicoletti, Maria	1
<b>O</b>	
Oliveira, Osvaldo	55
<b>P</b>	
Perroni Ballerini, Adriana	73
Pirchiner Perini, Alann Kelly	11, 16, 74
<b>R</b>	
Ramos, Rodrigo	42
Rodrigues, Emilio Carlos	75
<b>S</b>	
Saciloti, Adaní C.	76
Scorpelini, Nicolas C.	65
Semolini, Richard	47
Silva, Robhyson Denys R. Da	29

Souza, Bruna	65
<b>U</b>	
Ursino da Cruz, João Roberto	6, 11, 16, 60, 74
<b>V</b>	
Vasques, Rafael G.	76