

# Impacto dos Parâmetros dos Nós Sensores e Capacidade do Enlace em uma WBAN Baseada em Esquema de Acesso *Polling*

Tatiana Annoni Pazeto, Shusaburo Motoyama

Pós-Graduação em Ciência da Computação  
Faculdade de Campo Limpo Paulista (FACCAMP)  
Campo Limpo Paulista, SP, Brazil

tpazeto@gmail.com, shumotoyama@gmail.com

**Abstract.** *This article analyze the average waiting time of packets in the buffer of the sensor and the packet loss using the scheduler polling in an application of Wireless Body Area Network (WBAN). For this, a simulation platform has been developed in MATLAB, contemplating different sensor models with limited buffer, the polling mechanism to control the transmissions from the sensors to the sink, which has the algorithm First In, First Out (FIFO) in output link. The impact was checked by varying the number of sensors, the transmission rate and the buffer size. From the results obtained it can be observed that the admission control is performed, which suggested fourteen sensors and buffer with three positions.*

**Resumo.** *Este artigo analisa o tempo médio de espera dos pacotes no buffer de um sensor e perda de pacotes usando o escalonador polling em uma aplicação de Rede de Área Corporal Sem Fio (WBAN). Para isso, uma plataforma de simulação foi desenvolvida em MATLAB, contemplando diferentes modelos de sensores com buffer limitado, o mecanismo polling para controlar as transmissões dos sensores para o sorvedouro, o qual tem o algoritmo Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair (FIFO) no link de saída. O impacto foi verificado variando o número de sensores, a taxa de transmissão e o tamanho do buffer. A partir dos resultados obtidos pode ser observado que o controle de admissão é realizado, sendo sugerido quatorze sensores e buffer de três posições.*

## 1. Introdução

Em uma WBAN é necessário que o consumo de energia seja muito baixo, a perda de dados seja baixa e o atraso de espera dos pacotes insignificante. O Controle de Acesso ao Meio (MAC), nessa rede, é fundamental para economizar energia. Mas ainda não há nenhum MAC padrão para WBAN, sendo que os propostos na literatura são baseados em CSMA/CA, TDMA e *polling*, e um estudo comparativo foi realizado por Ameen (2012).

Para um melhor entendimento do esquema de acesso baseado em *polling* para WBAN em relação ao número de sensores no corpo humano, aos parâmetros do sensor (como tipo de tráfego e tamanho do buffer), à capacidade do enlace de rádio entre o sensor e o sorvedouro (dispositivo externo ao corpo humano), foi desenvolvida uma plataforma de simulação em MATLAB. O objetivo é estudar o impacto dos parâmetros mencionados no tempo médio de espera dos pacotes no buffer de um sensor e perda de pacotes.

O trabalho se organiza em cinco seções. Conceitos sobre a WBAN e as escolhas realizadas constam na Seção 2. A definição da plataforma é discorrida na Seção 3. Na Seção 4, a análise dos resultados é realizada. Na Seção 5 as conclusões são evidenciadas.

## 2. Wireless Body Area Network (WBAN)

WBAN consiste em sensores, com capacidade limitada, dentro e sob o corpo que monitoram informações do paciente para o diagnóstico médico [Ullah *et al*, 2009]. Como os sensores transmitem seus dados para o nó sorvedouro, que faz a conexão entre os sensores e as redes externas, ele é inserido no núcleo da rede, formando a topologia estrela.

Embora o padrão IEEE 802.15.4 adote o CSMA/CA, e o IEEE 802.15.6 suporte os mecanismos de acesso (1) aleatório, (2) improvisado e não programados, (3) ordenados ou periódicos, [Ullah, Mohaisen, Alnuem, 2013], o tema ainda merece investigação. Assim, o MAC *polling* limitado foi aqui adotado. Este consiste em limitar a transmissão, onde no momento em que o limite é atingido, a estação corrente deixa de transmitir e a permissão passa para a próxima estação. Para este trabalho o limite é de um pacote, sendo que compete ao sorvedouro definir o ciclo de atendimento aos nós. Com base neste ciclo, o centralizador interroga cada sensor individualmente para verificar se há pacotes para transmitir. Se houver, o sensor recebe a permissão, enquanto os outros esperam a sua vez. Após a transmissão de dados, o sensor pode ativar o modo sleeping, poupando energia.

Devido a taxa de transmissão elevada se comparado ao Mica2Dot e Mica2, o sensor MicaZ pode ser usado como sorvedouro. Por isso o link de saída usa a taxa do MicaZ (250 kbps), que é o sorvedouro neste trabalho, sendo o mesmo feito por Ullah *et al* (2009).

Quanto ao tráfego em WBAN, Liu e Ju (2010) frisam a necessidade de um correto modelo de tráfego para avaliar o desempenho do sistema. Afirmam que os nós das WBANs podem operar em modo contínuo e orientado a evento, o que foi aqui considerado. Assim, adotou-se o modelo On/Off exponencial, sendo que cinco fontes foram propostas e usadas por Pazeto, Refatti e Motoyama (2012).

## 3. Plataforma Desenvolvida

Para a realização das simulações a taxa de transmissão dos nós sensores para o sorvedouro foi a do Mica2Dot de 19,2 Kbps, obtida em Crossbow (2008), também do Mica2Dot de 38,4 Kbps, mencionada na maioria das literaturas, e a do MicaZ que é de 250 Kbps.

Sobre a quantidade de nós sensores não há um consenso no referencial pesquisado, sendo adotado neste trabalho sete, quatorze, vinte e um e vinte e oito.

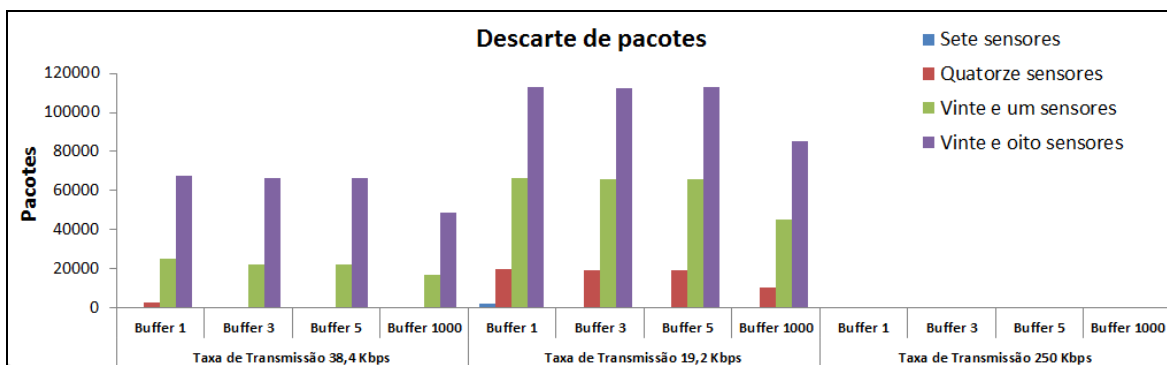
Usaram-se buffers nos sensores de uma, três, cinco e mil posições, como em Pazeto, Refatti e Motoyama (2012). No FIFO consideraram-se dez posições de buffer.

Para maior confiabilidade nas simulações, cada uma foi realizada três vezes, sendo uma média dos resultados apresentada. Estas foram feitas com 10000 pacotes para cada sensor, descarte estatístico de 2000 pacotes e o tempo de autorização de 0,0004 s.

## 4. Análise dos Resultados

Como o *polling* faz o controle de admissão, independente dos parâmetros configurados, não há perda de pacotes e o tempo de fila é zero no FIFO do sorvedouro.

A Figura 1 mostra o descarte de pacotes nos buffers dos sensores.



**Figura 1: Pacotes descartados variando os demais parâmetros**

Na Figura 1 pode-se perceber que com a taxa do MicaZ não há descarte de pacotes. Também nota-se que com a taxa de 38,4 Kbps o descarte com sete sensores é pequeno, sendo este de 97 pacotes com uma posição de buffer e inexistente aumentando o buffer. Já com quatorze sensores o descarte é de 2503, 48, 2, 0 respectivamente. Com vinte e um sensores o aumento do buffer já não causa muito impacto, sendo que com três e cinco posições a perda é de nove pacotes a mais com três posições. Com vinte e oito sensores o aumento no buffer quase não influencia, sendo a perda menor com buffer de mil posições.

Com a taxa de 19,2 Kbps a perda de pacotes aumenta consideravelmente. Com sete sensores e uma posição de buffer é de 1909 pacotes, sendo que com o dobro da capacidade era 97. Com quatorze sensores o descarte é de aproximadamente 19000 para uma, três e cinco posições de buffer e de 10000 com mil posições. Com vinte e um sensores os descartes também são similares para os primeiros buffers e há um decréscimo de 20000 pacotes com mil posições, sendo que o mesmo ocorre com vinte e oito sensores.

Portanto, conclui-se que estando o sistema próximo a saturação, qualquer alteração nos parâmetros gera um aumento significativo na perda de pacotes. Assim, para WBAN o ideal é usar a capacidade de 38,4 Kbps, quatorze sensores e três posições de buffer.

Na Tabela 1 o tempo de fila é analisado, variando os demais parâmetros.

**Tabela 1: Análise do Tempo de Fila em milissegundos (ms)**

Taxa de Transmissão	Buffer	7 Sensores	14 Sensores	21 Sensores	28 Sensores
38,4 Kbps	1	7,10	28,47	116,20	261,84
	3	7,28	39,10	564,59	1232,02
	5	7,25	39,86	1003,44	2311,25
	1000	7,42	39,77	105980,61	357482,20
19,2 Kbps	1	36,51	203,70	535,00	860,10
	3	101,50	1050,40	2309,50	3360,60
	5	61,15	2046,70	4213,20	5932,80
	1000	60,13	262351,10	664652,20	923507,70
250 Kbps	1	1,55	3,29	5,42	7,93
	3	1,56	3,29	5,40	7,91
	5	1,56	3,31	5,41	7,93
	1000	1,56	3,30	5,41	7,93

Mediante os dados apresentados na Tabela 1 pode-se perceber que a capacidade do canal afeta significativamente o tempo de fila, tendo em vista que quando o sistema está em saturação, como ocorre com a taxa de 19,2 Kbps ou com mais de quatorze sensores e taxa de 38,4 Kbps qualquer alteração nos parâmetros gera um aumento significativo no tempo de fila. Se o sistema está em equilíbrio, alterações no tamanho de buffer quase não

afetam o sistema, pois os tempos de fila são similares. Já a quantidade de sensores, mesmo com o sistema em equilíbrio estático geram alterações em alguns milissegundos.

Neste sentido, para os tempos de fila também é recomendado o uso da taxa de transmissão de 38,4 Kbps, até quatorze sensores e buffer de três posições.

## 5. Conclusões

Neste artigo analisou-se o impacto dos nós sensores e capacidade do enlace usando o *polling* limitado em um pacote por ciclo de atendimento em uma WBAN. Para isso, uma plataforma de simulação foi desenvolvida em MATLAB.

Mediante os resultados apresentados constatou-se que o *polling* realiza o controle de admissão, pois no link de saída não há descarte de pacotes e o tempo de fila é zero.

Percebeu-se que com taxas de transmissão elevadas, como a do MicaZ não há perda de pacotes e o tempo de espera é bem menor. Também se pode verificar que quando o sistema está próximo a saturação, qualquer variação no sistema gera impactos significativos na aplicação, como ocorre usando a taxa de 19,2 Kbps. Outrossim, observou-se que o ideal para estas aplicações é utilizar quatorze sensores e três posições de buffer.

Sobre o tempo de autorização conclui-se que quanto maior a taxa de transmissão ou menos sensores ou o tamanho do buffer, maior é a quantidade de pacotes de autorização.

Outro fator analisado foram os modelos de fontes. Neste aspecto, constatou-se que a fonte constante gera maior perda de pacotes e tempo de fila, por transmitir todos os pacotes gerados. Já nas fontes orientadas a eventos os descartes são menores, mas podem causar maiores danos devido à redução de informações que já são enviadas.

Como trabalhos futuros pretende-se verificar se a ordem de atendimento dos nós sensores gera impacto no sistema, bem como analisar um MAC *polling* com ponderação.

## Referências

- Ameen, M.; Ullah, N.; Chowdhury, M S.; Islam, SM Riazul; Kwak, K. (2012). A power efficient MAC protocol for wireless body area networks. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2012, 2012:33.
- Crossbow. MicaZ Datasheet. (2008). Disponível em: [http://www.xbow.com/Products/Product\\_pdf\\_files/Wireless\\_pdf/MICAZ\\_Datasheet.pdf](http://www.xbow.com/Products/Product_pdf_files/Wireless_pdf/MICAZ_Datasheet.pdf) Acesso em: 21/09/ 2010.
- Liu, H.; Ju, F. (2010). A Novel Packet Scheduling Algorithm based on Self-Similar Traffic in WSN. In Intern. Conference on Wireless Sensor Network, Nov. 2010. pp: 312 – 316.
- Pazeto, T. A.; Refatti, L.; Motoyama, S.. (2012). *Polling*-based Medium Access Control Scheme for Wireless Body Sensor Network. In: 11th International Conference on Wireless Networks (ICWN'12), Las Vegas, Nevada, USA.
- Ullah, S.; Mohaisen, M.; Alnuem, M. A. (2013). A Review of IEEE 802.15.6 MAC, PHY, and Security Specifications. In: International Journal of Distributed Sensor Networks, vol. 2013, March 2013, Article ID 950704, 12 pages.
- Ullah, S.; Khan, P.; Ullah, N.; Saleem, S.; Higgins, H.; Kwak, K. (2009). A Review of Wireless Body Area Networks for Medical Applications Int. J. Communications, Network and System Sciences, 2009, 2, 797-803.