

# UM PROTOCOLO EFICIENTE DE ANTI-COLISÃO DE ETIQUETAS RFID

**Márcio Barbosa de Oliveira Filho<sup>1</sup>; Paulo André da Silva Gonçalves<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Ciências da Computação – CIn – UFPE; E-mail: mbof@cin.ufpe.br,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Centro de Informática – CIn – UFPE. E-mail: pasg@cin.ufpe.br.

**Sumário:** Um pouco tempo para identificar etiquetas e etiquetas computacionalmente simples são características desejáveis em sistemas RFID. Para lidar com o problema da colisão na comunicação entre o leitor e as etiquetas e atender às exigências acima, vários protocolos anti-colisão foram propostos. Esses protocolos introduzem outro problema, o de ciclos ociosos, que assim como as colisões, aumentam o tempo total para identificação das etiquetas. Esse trabalho propõe um protocolo, o NQT, que, a partir de modificações de um protocolo existente, consegue lidar eficientemente com o problema da colisão e dos ciclos ociosos.

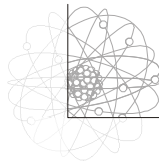
**Palavras-chave:** anti-colisão; protocolos; RFID

## INTRODUÇÃO

A identificação de etiquetas em sistemas RFID é realizada através da troca de mensagens entre essas etiquetas e o leitor, utilizando-se um meio compartilhado. Quando duas ou mais etiquetas transmitem ao mesmo tempo, o leitor consegue apenas detectar a colisão, mas todas as mensagens transmitidas tornam-se ilegíveis, ocasionando a necessidade de retransmissão e provocando desperdício de recursos. Por isso, é necessária a adoção de um protocolo anti-colisão no processo de identificação das etiquetas. Dentre os protocolos já existentes destacam-se o Query Tree (QT)[1], o Hybrid Query Tree (HQT)[2], Basic Framed slotted ALOHA (BFSA)[3] e o Dynamic Framed slotted ALOHA (DFSA)[4]. Eles podem ser classificados como baseados em Aloha, em árvore ou híbridos, de acordo com o seu funcionamento. No entanto, todos possuem algo em comum: dividir o processo de identificação das etiquetas em ciclos. Um ciclo é um período de tempo delimitado pelo leitor em que as etiquetas a serem identificadas podem transmitir. Um ciclo pode ser ocioso, bem sucedido ou de colisão, caso o número de etiquetas que transmitam nele seja, respectivamente, zero, um ou mais de um. Ciclos de colisão e ociosos representam um desperdício de recursos e, portanto devem ser minimizados pelo protocolo utilizado. Este trabalho propõe um novo protocolo anti-colisão baseado em árvore, o NQT. Nessa solução, o leitor RFID inicia um ciclo de identificação mandando uma cadeia binária. As etiquetas que possuem essa cadeia como prefixo de seu ID devem transmitir. Em caso de colisão, o leitor divide o conjunto de etiquetas transmissoras aumentando a cadeia enviada por um número variável de bits. Essa estratégia é adotada para minimizar o número de colisões e, ao mesmo tempo, evitar que o número de ciclos ociosos aumente muito.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Dentre os protocolos estudados, o QT, o HQT, o DFSA ( com estimador Eom-Lee ) e o BFSA ( com frame de tamanho 256 ) foram testados através de simuladores implementados utilizando-se a linguagem de programação C++. Para a simulação do QT e do HQT foi necessário gerar também o ID das etiquetas. Para isso, foi utilizada a biblioteca BOOST para gerar números aleatórios uniformemente distribuídos. Para todas as



simulações admitiu-se um sistema RFID composto apenas por um leitor e um número etiquetas que variou de 1 até 1000. Além disso, admitiu-se uma comunicação livre de erros e atrasos entre os elementos do sistema. Para cada quantidade de etiquetas, a simulação foi repetida 100 vezes. A implementação, geração de ID de etiquetas e simulação do protocolo proposto, o NQT, foi realizada da mesma maneira. Dessas simulações, foi computado o número de ciclos ociosos, de colisão e o total de ciclos necessários para se identificar todas as etiquetas. A partir da média desses valores e utilizando o Gnuplot, ferramenta de geração de gráficos disponível para o sistema operacional Linux, foram gerados gráficos comparativos entre os protocolos implementados.

## RESULTADOS

O principal resultado desse trabalho é um novo protocolo anti-colisão baseado em árvore para sistemas RFID. Abaixo são apresentados os gráficos gerados a partir da média dos valores obtidos nas simulações, como descrito na metodologia.

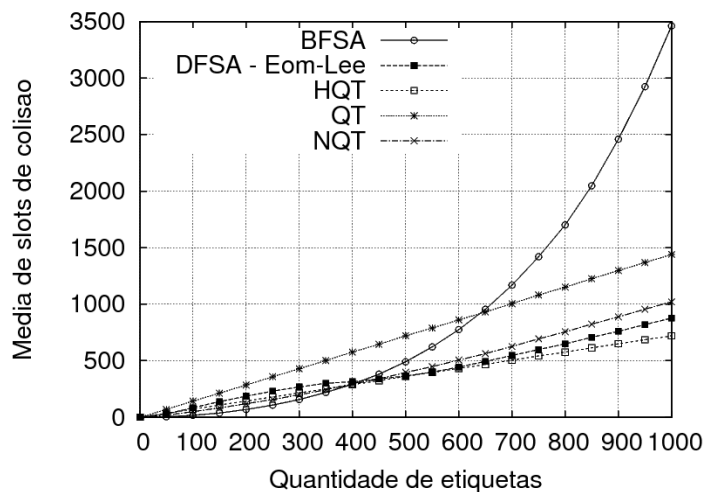


Figura 1: Comparação do número médio de ciclos de colisão obtido a partir das simulações realizadas para cada protocolo implementado.

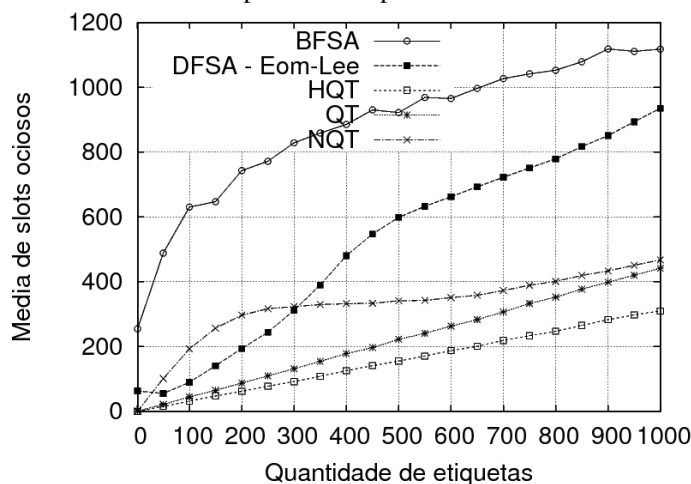


Figura 2: Comparação do número médio de ciclos ociosos obtido a partir das simulações realizadas para cada protocolo implementado.

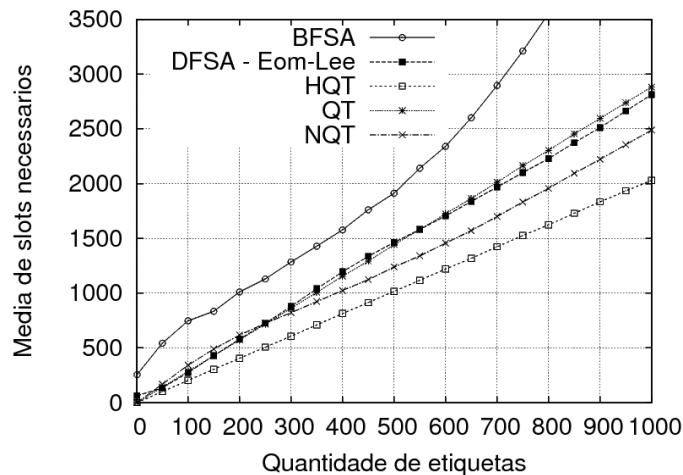
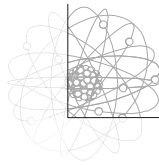
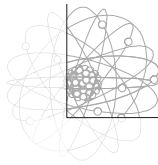


Figura 3: Comparação do número médio de ciclos necessários obtido a partir das simulações realizadas para cada protocolo implementado.

A Figura1 mostra como os protocolos implementados se comportaram em relação ao número de colisões ocorridas na simulação. O BFSA, principalmente para um número grande de etiquetas, mostrou-se o menos eficiente para evitar colisões. A Figura2 faz uma comparação entre o número médio de ciclos ociosos ocorridos durante as simulações dos protocolos. Por fim, a Figura3 mostra a quantidade de total média de ciclos exigida por cada protocolo para identificar os conjuntos de etiquetas. Comparando o mecanismo proposto, o NQT, com o BFSA, por exemplo, nota-se que, para um conjunto com pelo menos 700 etiquetas, o BFSA consumiu quase o dobro de ciclos para identificá-las.

## DISCUSSÃO

No NQT, o leitor de um sistema RFID deve iniciar um ciclo de identificação com a transmissão de uma cadeia binária. As etiquetas que possuírem ID com prefixo igual a essa cadeia devem transmitir. Para tratar uma colisão entre etiquetas de mesmo prefixo, o leitor deve aumentar a cadeia binária em  $k$  bits. Essa operação corresponde a dividir o conjunto de etiquetas relacionadas com a cadeia binária transmitida. O protocolo identifica esse conjunto pelo par  $(p,k)$ , em que  $p$  é o prefixo transmitido e  $k$  é o número bits em que  $p$  será aumentado em caso de colisão. Um conjunto de colisão  $(p,k)$  irá originar  $2^k$  subconjuntos. Esses subconjuntos gerados terão o prefixo já aumentado e o novo  $k$  será igual ao máximo entre 1 e  $(k-1)$ . Inicialmente, dois conjuntos são gerados pelo NQT, (“1”,5) e (“0”,5). Os possíveis conjuntos gerados a partir de colisão são processados de maneira *last-in first-out*. Quando nenhum conjunto gerar colisão, todas as etiquetas foram identificadas. O funcionamento do NQT é baseado no QT. Nesse protocolo, um conjunto de etiquetas que colidem é sempre dividido em dois outros, ou seja, o prefixo transmitido é aumentado em 1 bit. Essa estratégia de aumentar o prefixo com um valor pequeno faz com que, em um cenário com muitas etiquetas, ocorram muitas colisões. Isso pode ser constatado a partir da Figura1. Nela fica claro que o NQT, para todas as quantidades de etiquetas simuladas, sempre sofreu menos com ciclos de colisão que o QT. Por outro lado, se a cadeia binária transmitida pelo leitor aumentar sempre com um valor alto, vários subconjuntos vazios serão gerados durante a identificação, significando um aumento de ciclos ociosos. Dessa forma, o NQT adota uma estratégia de diminuir gradativamente o valor com o qual a cadeia transmitida é aumentada. A Figura2 mostra que o NQT sofre com mais ciclos ociosos que o QT, embora apresente a tendência de que, com muitas etiquetas, o número



de ciclos ociosos do QT e do NQT fique muito próximo. Por fim, a Figura3 mostra que a partir de certa quantidade de etiquetas, em torno de 250, os ciclos de colisão evitados pelo NQT compensam a maior quantidade de ciclos ociosos, de modo que o número total de ciclos consumidos pelo NQT para identificar o conjunto de etiquetas é menor que o do QT. Essa figura mostra também que o NQT economiza mais ciclos que o BFSa e o DFSa (com estimador Eom-Lee).

### CONCLUSÕES

Protocolos anti-colisão baseados em árvore dividem as etiquetas em conjuntos cada vez menores, até um subconjunto possua apenas uma etiqueta, que é identificada. A quantidade de subconjuntos que um único conjunto de etiquetas pode gerar é muito relevante, pois se essa quantidade for muito pequena, o processo de identificação das etiquetas sofrerá com muitas colisões, mas se essa quantidade for muito grande, o número de ciclos ociosos deverá aumentar. Esse trabalho propôs um protocolo anti-colisão que trata desse problema de forma eficiente, o NQT. Um fator relevante desse protocolo é exigir computacionalmente das etiquetas tanto quanto o QT, sendo, portanto, simples.

### AGRADECIMENTOS

O autor agradece a PROPESQ, CNPq, PIBIC, ao CIn – UFPE e ao orientador Professor Paulo André da Silva Gonçalves pelo apoio para realização das pesquisas.

### REFERÊNCIAS

- [1] DH Shih, PL Sun, DC Yen, SM Huang (2006). Taxonomy and Survey of RFID Anti-Collision Protocols. *Computer communications, 2006 – Elsevier*.
- [2] J. Ryu, H. Lee, Y. Seok, T. Kwon, Y.H. Choi, "A Hybrid Query Tree Protocol for Tag Collision Arbitration in RFID systems," IEEE International Conference on Communications, 2007, pp. 5981-5986.
- [3] LA Burdet. (2004). RFID Multiple Access Methods. In *Seminar "Smart Environments"*, Summer semester 2004, ETH Zürich.
- [4] Eom, J.-B. and Lee, T.-J. (2010). Accurate Tag Estimation for Dynamic Framed-slotted ALOHA in RFID Systems. *IEEE Communications Letters*, 14:60–62.