

## Implementação de um Módulo de Economia de Energia para Terminais de Usuário LTE no Simulador LTE-Sim

Nelson L. S. Fonseca (PQ), Carlos A. Astudillo (PG), Thales M. R. Oliveira (IC)

### Resumo

O avanço das tecnologias de comunicação móvel requer alta taxa de transferência de dados. Mesmo com essa demanda sendo atendida com redes móveis baseadas em Long Term Evolution (LTE), o consumo energético é problemático dado que demandam alto gasto de energia e os equipamentos são alimentados por bateria. O objetivo desse estudo é, com a implementação de um modelo de consumo de energia e um módulo de economia de energia, habilitar a análise de mecanismos energeticamente eficientes para redes LTE.

*Palavras Chave:* LTE, Consumo de Energia, Algoritmo de escalonamento.

### Introdução

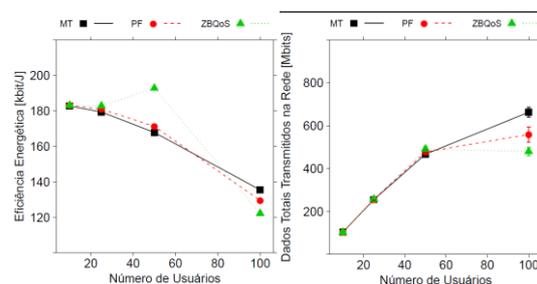
Dispositivos que se conectam à internet através de redes móveis, como smartphones, estão sujeitos a um alto consumo de energia, energia esta fornecida por uma bateria. Devido o fato desses dispositivos contarem com energia limitada, tornou-se importante o estudo e proposta de mecanismos de alocação de recursos eficientes energeticamente, pois um dos critérios mais importantes na qualidade da experiência percebida pelos usuários dessas redes é o tempo de vida da bateria.

O Simulador LTE-Sim [1] é um dos simuladores mais utilizados para analisar o desempenho de redes LTE. Neste trabalho, implementa-se um módulo de economia de energia para o simulador LTE-Sim, afim de ter um ambiente de simulação que habilite a análise de desempenho, em termos de eficiência energética (EE), de mecanismos de alocação de recursos e escalonamento em redes LTE. O modelo de consumo de energia implementado neste trabalho é o proposto pelo 3GPP [2], que é amplamente aceito na literatura.

### Resultados e Discussão

Para avaliar o módulo implementado, foi analisada a eficiência energética de três algoritmos de escalonamento LTE: Maximum Throughput (MT, maximiza a taxa de bits por segundo transmitida), Proportional Fair (PF, prioriza justiça no uso dos recursos entre os usuários), e Z-Based QoS Scheduler (ZBQoS, garante qualidade de serviço mesmo quando a rede está carregada), em simulações com ambientes em que usuários fazem transmissão voz (VoIP), vídeo e dados (CBR, taxa de bits constante). A eficiência energética e dados totais transmitidos pelos usuários da rede encontram-se nas Figuras 1.a e 1.b.

Os três algoritmos apresentam desempenhos pa-



**Figuras 1. Métricas de desempenho: a) eficiência energética da rede; b) dados totais transmitidos na rede.**

recidos com poucos e com muitos usuários na rede. O escalonador ZBQoS apresenta uma maior EE para cargas médias, porém apresenta menores taxas de transmissão. O escalonador MT apresenta melhor EE com maior transmissão de dados em redes com altas cargas de tráfego.

### Conclusões

Implementou-se um módulo de economia de energia no simulador LTE-Sim. A fim de avaliar sua implementação, avaliou-se a eficiência energética de três escalonadores tipicamente empregados em redes LTE, cada um com diferentes objetivos. Os resultados mostraram comportamentos coerentes com os objetivos dos escalonadores. Esse módulo habilita a análise de novas propostas em termos de eficiência energética.

### Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro do CNPq/PIBIC.

<sup>1</sup> G. Piro, L. A. Grieco, G. Boggia, F. Capozzi and P. Camarda, "Simulating LTE cellular systems: An open-source framework", IEEE Trans. Veh. Tech., vol 60, no.2, pp 498-513, 2011.

<sup>2</sup> M. Polignano, D. Vinella, D. Laselva, J. Wigard, and T. Sorensen, "Power Saving and QoS impact for VoIP application with DRX/DTX feature in LTE", in Veh. Tech. Conf(VTC Spring), 2011 IEEE 73<sup>rd</sup>, pp. 1 - 5, May 2011..