

METODOLOGIA PBL NA INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO: BENCHMARK EM BATERIAS DE SMARTPHONES

DAVID DE BARROS LEMOS^{1*}, CAMILE NUNES DOS ANJOS²; LUCAS TSUDA MARUYAMA³;
MATHEUS JEORAN SOARES BEZERRA⁴; EDERSON CICHACZEWSKI⁵

¹Aluno de Engenharia da Computação, UNINTER, Curitiba-PR, dd.barros@gmail.com

²Aluna de Engenharia da Computação, UNINTER, Curitiba-PR, camileanjos1997@gmail.com

³Aluno de Engenharia da Computação, UNINTER, Curitiba-PR, lucastsuda254@gmail.com

⁴Aluno de Engenharia da Computação, UNINTER, Curitiba-PR, matheusjeroan@gmail.com

⁵MSc. Engenharia Biomédica, Prof. Orientador, UNINTER, Curitiba-PR, ederson.c@uninter.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Este trabalho apresenta o estudo desenvolvido como projeto de aprendizagem baseada em problemas (PBL) no primeiro módulo do curso de Engenharia da Computação presencial da UNINTER, modalidade quadrimestral, que consiste em um *benchmark* de baterias de *smartphones* baseados em Android. Com a evolução do *hardware* e do sistema operacional dos *smartphones*, percebe-se que a bateria é um elemento de atenção, pois sua capacidade depende muito dos recursos do dispositivo e também da forma que o mesmo é utilizado. Este trabalho faz um mapeamento do desempenho da bateria em 2 cenários de teste de descarga para 3 dispositivos, assim como, apresenta o comportamento do carregamento da bateria. São apresentados os resultados dos testes em porcentagem e em capacidade (mAh) de carga ao longo do tempo, e também em temperatura da bateria. Após a análise de *benchmark* é apresentado o dispositivo cuja bateria apresentou o melhor desempenho. Foi possível ainda estabelecer uma relação do comportamento da descarga da bateria com a tecnologia de *hardware* de processamento. Os resultados ainda podem servir como base para a escolha de um dispositivo em detrimento de outro. Acredita-se que há uma falta de informação sobre o desempenho da bateria de *smartphones*, o que pode ser uma característica que influencia na decisão de compra do usuário.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia, computação, bateria, smartphone.

PBL METHODOLOGY ON INTRODUCTION TO COMPUTER ENGINEERING: BENCHMARK IN SMARTPHONES BATTERIES

ABSTRACT: This paper presents the study developed as a project on problems based learning (PBL) discipline in the first module of Computer Engineering course at UNINTER College, within the four months educational system, which consists in a batteries benchmark of Android-based smartphones. With the evolution of hardware and operating system for smartphones, it is noticed that the battery is an element of attention because their capacity is highly dependent on device capabilities and the way it is used. This work makes a battery performance mapping in 2 discharge test scenarios for 3 devices, as well as, displays battery charging behavior. The test results are presented in battery percentage and capacity (mAh) over time, also the battery temperature. After the benchmark analysis, is showed the device whose battery had the best performance. It was also possible to establish a relationship between the battery discharge behavior to the processing hardware technology. The results can also serve as a basis for selecting one device instead of another. It is believed that there is a lack of information about the performance of the smartphones battery, which can be a feature that influences the user's buying decision.

KEYWORDS: Engineering, computer, battery, smartphone.

INTRODUÇÃO

Com a popularização dos dispositivos móveis e redução nos preços, a procura por *smartphones* cresceu muito nos últimos anos, e com isso, surgiram diversas especificações de baterias, umas de alta capacidade, outras prometendo um tempo de carga maior ou menos aquecimento. Sem dúvida, a bateria é um dos elementos principais do aparelho. Essa importância levou a busca de pesquisadores pelo estudo de baterias mais duráveis e ao mesmo tempo viáveis para suprir a demanda do mercado.

A duração da carga da bateria depende, além de suas características técnicas, do modo como é utilizada, carregada e do seu tempo de uso.

Por definição, a bateria é uma fonte de tensão em corrente contínua, sendo sua unidade fundamental chamada de célula, a qual gera energia elétrica pela conversão de energia química. As células podem ser classificadas como primárias ou secundárias. A célula secundária é recarregável, pois a reação química que ocorre no interior da célula é reversível, possibilitando restaurar a carga (Boylestad, 2012).

Os *smartphones* atuais usam baterias do tipo de íons de lítio e de polímero de íons de lítio, as quais não sofrem do efeito memória, portanto, não é necessário fazer cargas ou descargas completas.

As baterias de íons de lítio (Li-Íon) possuem maiores níveis de energia e potência por unidade de massa, comparadas com os demais tipos de baterias, sendo sua energia específica duas vezes maior que das baterias de níquel metal hidreto (Ni-MH) usadas em câmeras fotográficas e outros eletrônicos. Sua tensão é na ordem de 4V e a densidade energética entre 100 Wh/kg e 150 Wh/kg (Rosolem *et al.*, 2012).

As baterias de polímero de íons de lítio (Li-Po) possuem eletrólito sólido polimérico no lugar de eletrólito líquido orgânico (usado nas Li-Íon). Seu processo produtivo permite a fabricação de baterias de diferentes formatos, as baterias normalmente ficam em um invólucro tipo envelope ou bolsa e são maleáveis. Sua densidade energética é próxima das melhores baterias de Li-Íon, em torno de 140 Wh/kg (Rosolem *et al.*, 2012). As baterias de Li-Po têm um custo maior em relação às de Li-Íon.

Machado (2014) realizou um estudo de modelos matemáticos para predizer o tempo de vida de baterias utilizadas em dispositivos móveis.

O objetivo deste trabalho é estudar o comportamento da bateria de Li-Íon em diversas situações, medindo sua capacidade de recarga e descarga totais, assim como, buscar comprovar sua eficiência energética, comparando a autonomia da bateria de diferentes dispositivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os *smartphones* escolhidos para a realização dos testes de *benchmark* de baterias são os modelos: LG G3 D855P, Moto G3 XT1543 e Moto G2 XT1069. A Tabela 1 apresenta uma especificação básica de cada um desses modelos.

Tabela 1. Especificação dos *smartphones*

	LG G3 D855P	Moto G3 XT1543	Moto G2 XT1069
Sistema Operacional	Android 5.0	Android 5.1	Android 6.0
Processador	Quad-Core 2,5 GHz	Quad-Core 1,4 GHz	Quad-Core 1,2 GHz
Memória RAM	2 GB	1 GB	1 GB
Memória Flash	16 GB	16 GB	16 GB
Tela	5.5" 2560x1440	5" 1280x720	5" 1280x720
Bateria	3.8 V 2940mAh Li-Íon	3.8 V 2470mAh Li-Íon	3.8 V 2070mAh Li-Íon
Carregador AC	5 V / 1800 mA	5V / 850 mA	5 V / 850 mA

O aplicativo escolhido para fazer as medições dos parâmetros das baterias foi o Battery Widget versão 3.7.0 da M2Catlyst, LLC. Por meio deste aplicativo foram realizadas as medições de nível de bateria (%), tensão DC (mV) e temperatura (°C). A Figura 1 apresenta a tela deste aplicativo.

Foram definidos 2 cenários controlados de teste para a descarga completa da bateria:

- **Cenário 1:** Ouvindo música, com a tela ligada em brilho máximo e dispositivo em modo avião. Iniciando o teste com a bateria totalmente carregada, ou seja, sua capacidade em 100%. As tomadas de medição foram realizadas a cada 20 minutos, anotando-se em uma planilha.

- **Cenário 2:** Assistindo filme no aplicativo Netflix, com a tela ligada em brilho máximo e WIFI ativado. Iniciando o teste com a bateria totalmente carregada, ou seja, sua capacidade em 100%. As tomadas de medição foram realizadas a cada 20 minutos, anotando-se em uma planilha.

Figura 1. Aplicativo Battery Widget. Fonte: Google Play (2016).



Um terceiro cenário foi de recarga completa da bateria:

- **Cenário 3:** Recarga da bateria por meio do carregador AC. Iniciando o teste após o total descarregamento da bateria, tendo o *smartphone* desligado automaticamente. As tomadas de medição foram realizadas a cada 20 minutos, anotando-se em uma planilha.

O tempo de carga teórico das baterias foi calculado conforme a Equação (1).

$$\text{Tempo de carga} = \text{Capacidade da bateria} / \text{Corrente do carregador} \quad (1)$$

Segue abaixo os cálculos para cada *smartphone*:

- LG G3: Tempo de carga = $2940 / 1800 = 1,6$ horas = 1h37min = 97 min

- Moto G3: Tempo de carga = $2470 / 850 = 2,9$ horas = 2h54min = 174 min

- Moto G2: Tempo de carga = $2070 / 850 = 2,4$ horas = 2h26min = 146 min

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os resultados dos testes da bateria dos Cenários 1 a 3, na forma de porcentagem de carga da bateria (%), para os 3 *smartphones*.

A Figura 3 apresenta os resultados de temperatura dos testes dos Cenários 1 e 2, para os 3 *smartphones*.

A Figura 4 apresenta os resultados de tensão em mV (mili Volts) dos testes dos Cenários 1 e 2, para os 3 *smartphones*.

Figura 2. Resultados de porcentagem de carga das baterias para os Cenários 1 a 3.

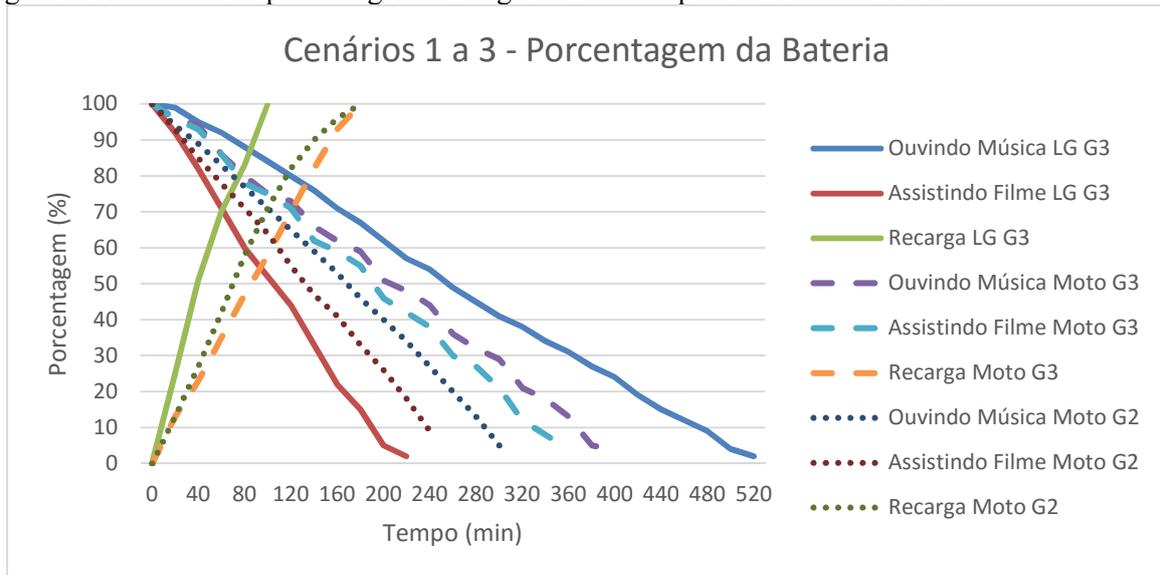


Figura 3. Resultados de temperatura das baterias para os Cenários 1 e 2.

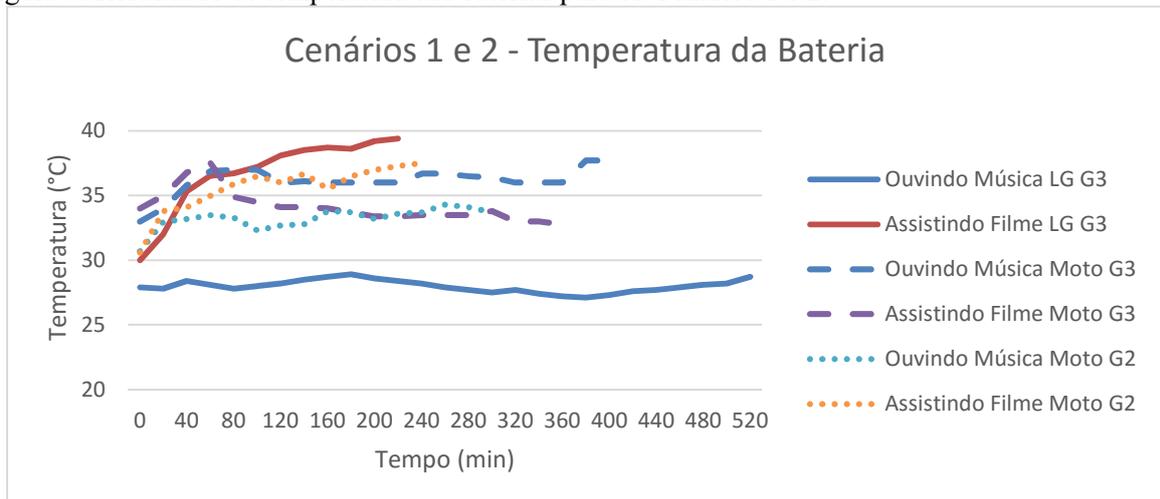
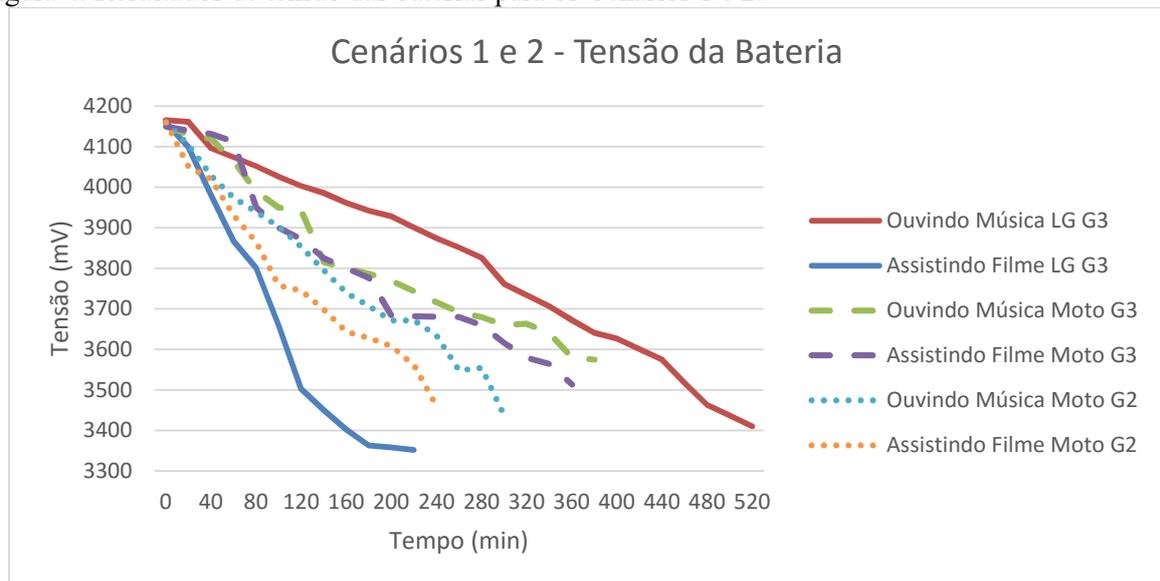


Figura 4. Resultados de tensão das baterias para os Cenários 1 e 2.



Na Figura 2 observa-se o comportamento da porcentagem de carga da bateria. Nas medições, o LG G3 levou 95 min para carregar a bateria totalmente, o que comprova os cálculos teóricos em que se chegou a um tempo de 97 min. Nas medições, o Moto G3 levou 180 min para carregar a bateria totalmente, o que comprova os cálculos teóricos em que se chegou a um tempo de 174 min. Nas medições, o Moto G2 levou 176 min para carregar a bateria totalmente, ficando um pouco longe dos cálculos teóricos em que se chegou a um tempo de 146 min, é possível que por ser um dispositivo com mais tempo de uso em relação aos outros, sua bateria já não esteja apresentando um comportamento normal. Ainda na Figura 2 tem-se os resultados dos testes do cenário 1 ouvindo música, aonde percebeu-se um destaque para o LG G3, que teve o maior tempo de duração, chegando a 520 min, seguido pelo Moto G3 e tendo o Moto G2 durado menos tempo, o que condiz com as capacidades das respectivas baterias. Já no Cenário 2 assistindo filme o LG G3 surpreendeu ficando com o pior desempenho, o que pode ser justificado por possuir uma maior resolução de vídeo e demandar, provavelmente, de mais processamento, conseqüentemente, consumindo muita bateria.

Na Figura 3 são apresentados os resultados de temperatura da bateria. Novamente se verifica uma grande discrepância no LG G3, em que apresenta a temperatura mais baixa no Cenário 1 tocando música, mas a temperatura mais alta no Cenário 2 assistindo filme. Outra curiosidade é que o Moto G3 ficou com temperatura mais alta no Cenário 1 ouvindo música em relação ao Cenário 2 assistindo filme, apesar da bateria ter durado mais tempo no Cenário 1, o que pode ser relacionado à alguma característica específica do *hardware*.

Na Figura 4 são apresentados os resultados de tensão da bateria. O comportamento dos dispositivos se repete em relação ao que foi discutido no gráfico de porcentagem de carga, apenas percebe-se que aqui os valores não são tão próximos de uma linearidade, visto que aqui se verifica o comportamento efetivo de cada bateria em função das suas características construtivas. Pode-se constatar qual dispositivo aproveita mais a bateria, usando uma faixa maior de tensão entre a carga total e a carga mínima.

Para se chegar a um consenso de qual dispositivo apresentou o melhor resultado, foi elaborada a Tabela 2, que apresenta a pontuação de cada dispositivo de 1 (menor nota) a 3 (maior nota) para os testes, e a pontuação total, em que a maior soma reflete o dispositivo com melhor desempenho.

Tabela 2. Pontuação dos dispositivos em cada teste e resultado final.

CRITÉRIO	LG G3	MOTO G3	MOTO G2
Tempo de Recarga (menor melhor)	3	1	2
Tempo de Descarga Ouvindo música (maior melhor)	3	2	1
Tempo de Descarga Assistindo filme (maior melhor)	1	3	2
Temperatura Média Ouvindo música (menor melhor)	3	1	2
Temperatura Média Assistindo filme (menor melhor)	1	3	2
Tensão Mínima Ouvindo música (menor melhor)	3	1	2
Tensão Mínima Assistindo filme (menor melhor)	3	1	2
PONTUAÇÃO TOTAL	17	12	13

CONCLUSÃO

Os testes levaram à constatação de que o LG G3 apresentou o melhor desempenho da bateria, apesar das discrepâncias apresentadas. E, curiosamente, o Moto G2 ficou levemente na frente do Moto G3, mesmo este último tendo uma bateria de maior capacidade, o que pode indicar que o projeto do sistema de energia do Moto G3 não teve uma atenção especial, considerando ser um modelo mais atual, no qual se espera melhorias importantes em relação ao modelo anterior.

Para trabalhos futuros, podem-se analisar outros cenários, como o uso de conexão 3G, GPS, jogo 3D, entre outros, de forma a realizar uma avaliação mais completa do desempenho da bateria.

REFERÊNCIAS

- Boylestad, R. L. Introdução à análise de circuitos. 12^a ed. São Paulo: Pearson, 2012.
- Rosolem, M. F. N. C.; Beck, R. F.; Santos, G. R.; Arioli, V. T. Bateria de lítio-íon: conceitos básicos e potencialidades. Cad. CPqD Tecnologia. Campinas, v.8, n.2, p. 59-72, 2012.
- Machado, M. V. Modelagem matemática do tempo de vida de baterias utilizando modelos autorregressivos. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí, 2014.