

7 Testes de Desempenho

Para avaliar a viabilidade do uso da aplicação iPH, foram realizados testes referentes ao tempo de transmissão de mensagens entre participantes com diferentes dispositivos, e testes referentes ao consumo de energia dos dispositivos durante o uso da aplicação.

7.1.1. Envio e Recebimento de Mensagens

No iPH, várias mensagens são transmitidas entre os participantes durante uma sessão de colaboração. O tamanho de cada mensagem varia de acordo com seu tipo e seu conteúdo. Logo, é importante medir o tempo médio de transmissão destas mensagens em um cenário típico de uso da aplicação, como uma sala de aula, para assim verificar o desempenho da aplicação e do *middleware* de comunicação, o CompactConferenceXP.

Para a realização dos testes de desempenho da transmissão de mensagens foi montado um cenário com diferentes dispositivos em um ambiente com conexão *Ethernet* de 10 *Mbits* para computadores fixos e conexão wireless 802.11b de até 11 *Mbits* para os dispositivos portáteis. As medições de tempo foram realizadas para três operações básicas do iPH, que são:

- **Envio de Deck:** o dispositivo mestre envia *decks* de diferentes tamanhos (especificamente, 250 KB, 500 KB, 750 KB, 1 MB, 2 MB e 3 MB) para demais participantes;
- **Sincronização de Quadro:** o mestre muda para o próximo quadro, e para todos os participantes sincronizados com o mestre, mede-se o tempo até que todos os participantes também visualizem este próximo quadro;
- **Submissão de Contribuição:** um contribuidor submete uma contribuição ao mestre, e mede-se o tempo até que esta contribuição

é visualizada na aba de contribuições do mestre. Estas contribuições são padronizadas e possuem igual conteúdo (um retângulo feito com a *ink*, e um texto centralizado com seis caracteres).

Para medir o tempo de transmissão das mensagens, foi utilizada uma mensagem simples de confirmação de recebimento, que chamaremos de mensagem de confirmação, que foi criada especificamente para a realização dos testes, e que, portanto, não faz parte do protocolo original do iPH. Através dessa mensagem de confirmação, pode-se medir, no remetente, o intervalo de tempo entre o envio da mensagem original e o recebimento da confirmação. Portanto, assumindo que a latência da transmissão da mensagem de confirmação é pequena, praticamente desprezível, e igual para todos os dispositivos - uma vez que o tamanho da mensagem de confirmação é pequeno e igual para todos os testes - os resultados das medições ida-e-volta (*round-trip delay*) representam uma estimativa conservadora do tempo de transmissão da mensagem original. O propósito de calcular o tempo de recebimento de uma mensagem foi o de avaliar como a capacidade (diferenciada) dos diferentes dispositivos impacta no grau de sincronismo da colaboração, isto é, identificar quanto tempo demora até os dispositivos se sincronizarem. A Tabela 6 lista os dispositivos utilizados nos testes de transmissão.

Tabela 6 - Lista de dispositivos presentes no cenário de testes

Dispositivo	Tipo	Papel	Memória RAM	Processador	Conexão	Qte.
Toshiba Tablet PC Portégé M400-S4031	Tablet PC	Mestre	1 GB	Intel T2300 @ 1.66GHz	802.11b	1
HP iPAQ hx2400	Pocket PC	Contribuidor	64 MB	Intel PXA270 520mhz	802.11b	2
Qtek 9100	Smartphone	Contribuidor	64 MB	TI OMAP 850 200mhz	802.11b	1
Sony Vaio	Notebook	Contribuidor	256 MB	Intel Pentium 4 1.8GHz	802.11b	1
Computador Fixo (Desktop)	Desktop	Visualizador	1 GB	Intel Pentium 4 1.6 GHz	Ethernet	2

Em cada um dos testes foram realizadas 30 medições para cada um dos dispositivos, e o resultado é o tempo médio dessas medições. No caso dos *desktops* e dos *pocket pcs*, o resultado é a média dos resultados obtidos para cada um dos dispositivos. Como esperado, a capacidade computacional e a qualidade da conexão com a rede foram os principais fatores para a diferença dos resultados entre os dispositivos. Em todos os testes, computadores *desktops* obtiveram os melhores resultados, seguidos pelo *notebook*, *pocket pcs* e *smartphone*.

7.1.1.1. Envio de *Decks*

Como o iPH pode ser executado em dispositivos com diferentes capacidades de processamento e conexão com rede, este teste é importante pois o envio de um *deck* é a primeira operação realizada durante o uso da aplicação em uma sessão colaborativa. O envio de um *deck* consiste do envio de várias mensagens, cada qual contendo um quadro do *deck*. Para cada um dos quadros recebidos por um participante, este envia uma mensagem de confirmação de recebimento do determinado quadro. Portanto, para obter o tempo de envio de todo um *deck* a um participante, medimos, no mestre, a diferença entre o tempo de envio do primeiro quadro e o tempo do recebimento da confirmação do último quadro pelo participante.

A Figura 49 contém o gráfico com os resultados dos testes de envio de *decks*, para os diferentes dispositivos. Nota-se que aparentemente o tipo de conexão (Ethernet vs. *wi-fi* 802.11b) tem pouca influência sobre o desempenho do sistema (CCXP+iPH) uma vez que o *desktop* e o *notebook* apresentaram tempos muito próximos. Em compensação, percebe-se que o poder de processamento do dispositivo parece ter uma grande influência sobre o desempenho, haja vista as diferenças entre o *notebook*, o *pocket pc* e o *smartphone*.

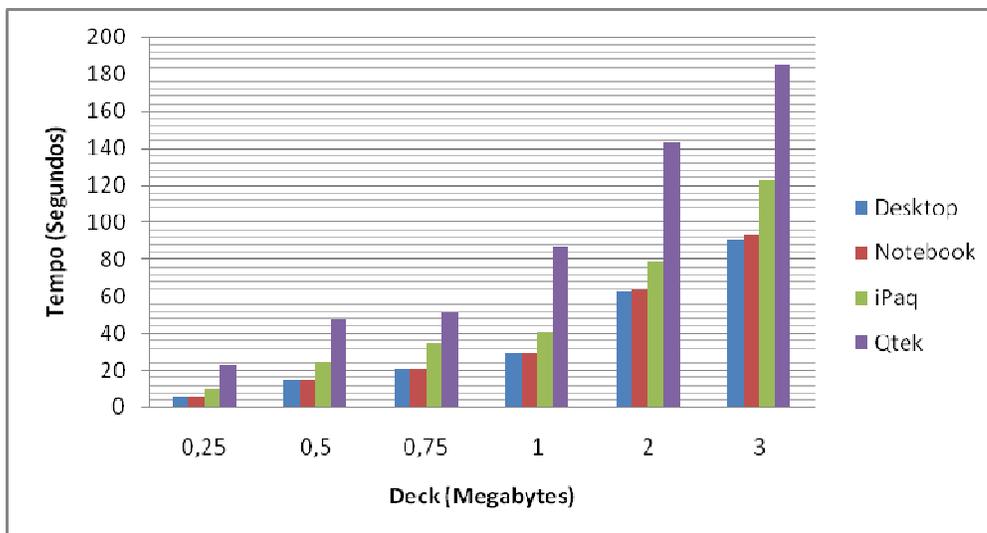


Figura 49 – Gráfico de envio de decks de diferentes tamanhos

Durante estes testes, foi percebido que algumas mensagens não foram recebidas por dispositivos conectados através da rede *wi-fi*, e somente foram computados os tempos quando **todas** as mensagens do *deck* eram recebidas pelos dispositivos. O número de mensagens perdidas cresceu de acordo com o tamanho do *deck* enviado, em uma relação direta com o número de mensagens enviadas, e o tipo de dispositivo. O *smartphone* teve uma média de 40% de mensagens perdidas no envio do *deck* de 3 MB, enquanto que os *pocket pcs* perderam somente 5% de mensagens, e o *notebook* perdeu 1% dessas mensagens. Contudo, esta perda de mensagens não compromete significativamente o uso do aplicativo iPH, pois na média, o tempo de envio total desse *deck* para o *smartphone* foi de três minutos. Logo, não é problema o usuário mestre enviar novamente o *deck* para os participantes, até que perceba que todos os dispositivos tenham recebido todos os quadros. Cabe observar ainda que no re-envio de um *deck*, apenas os quadros faltantes são incluídos, ou seja, não há a duplicação de quadros no dispositivo receptor.

7.1.1.2. Sincronização de um Quadro

O teste de sincronização de um quadro visa avaliar quanto tempo os diferentes dispositivos sincronizados com o mestre levam para se sincronizar

quando o mestre troca o quadro a ser visualizado (p.ex. avança ou retrocede um quadro no *deck*). Este tempo é a diferença entre o momento de envio da mensagem que solicita a visualização de um determinado quadro, e o momento do recebimento da confirmação relativo a essa mensagem.

O fato de esta mensagem ser bastante simples, contendo apenas o identificador do quadro a ser visualizado, foi determinante para que os tempos medidos fossem pequenos e muito semelhantes para todos os dispositivos, de fato, praticamente imperceptíveis durante utilização da aplicação. A Figura 50 exibe o gráfico contendo os tempos de sincronização para os diferentes dispositivos. Pode-se notar que a diferença entre o melhor e o pior tempo é desprezível.

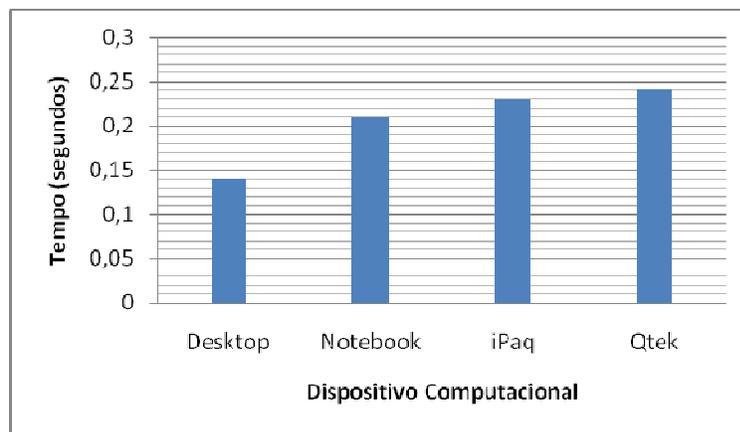


Figura 50 - Gráfico de cálculo de tempo de sincronização de quadros

7.1.1.3. Submissão de Contribuições

Enquanto que os outros dois testes estão relacionadas às operações realizadas pelo mestre, este teste (de submissão de contribuições) está focado na operação de um contribuidor, e visa medir o tempo que demora até o mestre receber uma contribuição, desde o momento de seu envio, pelo contribuinte. Para o teste, a contribuição enviada (para um *tablet pc* conectado na rede 802.11b) foi padronizada em dois objetos gráficos: um retângulo feito com a *ink*, e um texto centralizado. De fato, há pouca diferença no tamanho da contribuição enviada. A Figura 51 ilustra a contribuição em ambas as versões do iPH.



Figura 51 - Contribuição utilizada em teste de submissão

De acordo com o esperado, os dispositivos com maior capacidade foram os mais rápidos no envio das contribuições, e obtiveram resultados significativamente melhores do que os *handhelds*. Porém, estes últimos também tiveram tempos satisfatórios (3-4 segundos), que não prejudicam sua utilização em uma sessão colaborativa. A Figura 52 ilustra o gráfico com o tempo de recebimento das contribuições pelos diferentes dispositivos.

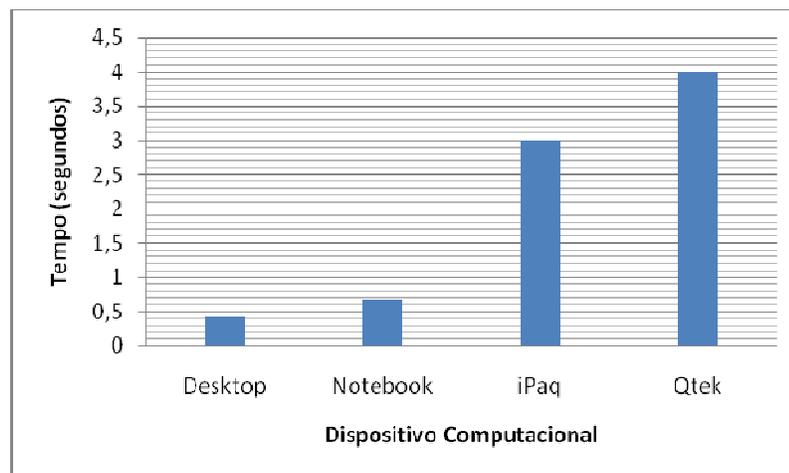


Figura 52 - Gráfico de cálculo de tempo de submissão de contribuição

7.1.1.4. Conclusões

Os testes de desempenho realizados visaram as operações mais importantes do iPH em uma sessão colaborativa: o envio de um *deck*, a sincronização de quadros e o envio de uma contribuição. Ficou atestado que o envio de um *deck* é definitivamente a operação mais demorada e com mais chances de falha. A forma

como ela é realizada – cada quadro é enviado em uma mensagem separada – apesar de causar a eventual perda de alguns quadros, principalmente em *decks* maiores, ainda é melhor do que o envio completo do deck em uma única mensagem. Esta alternativa, implementada em nossa versão inicial do iPH, mostrou uma latência tamanha (da ordem de dezenas de minutos) que tornaria o uso do aplicativo inviável em uma situação real. Além disso, quando há perdas de alguns quadros e o *deck* é re-enviado, somente as mensagens faltantes são recebidas e corretamente inseridas no *deck* em questão.

Ficou comprovado também que o iPH é igualmente adequado para dispositivos de menor poder computacional, tais como os *handhelds*, e que estes, apesar de apresentarem um desempenho inferior aos *notebooks* e *tablet pcs*, ainda assim são perfeitamente apropriados para uso do iPH em sala de aula ou reuniões. Além disso, percebeu-se que as diferenças entre as redes Ethernet e a rede *wi-fi* quase não impactam no desempenho do iPH, visto que aparentemente a comunicação através de *multicast* utilizada pelo CCXP funcionou igualmente bem em ambas as redes.

No entanto, deve-se observar que os testes realizados envolveram poucos dispositivos. Caso sejam utilizados mais do que uma dezena de dispositivos conectados na rede *wi-fi* 802.11b, é provável que se perceba uma queda de desempenho (e/ou uma maior taxa de falhas – perdas de mensagem) na comunicação pela rede sem fio, visto que os dispositivos móveis compartilharão a mesma conexão o que deverá gerar um número maior de colisões no protocolo de acesso ao meio (CSMA/CA), ocasionando retardos maiores para o envio de mensagens.

7.1.2. Nível de Energia

O teste para o cálculo do consumo de energia foi baseado no fato de que durante uma aula, os participantes geralmente utilizam seus dispositivos desconectados do cabo de força. Portanto, o propósito deste teste é avaliar durante quanto tempo os participantes podem utilizar o iPH continuamente até que os dispositivos desliguem devido a falta de bateria. Neste teste foram utilizados um *tablet pc* e um *pocket pc*, pois além de serem dispositivos móveis, são próprios

para execução do iPH, visto que possuem suporte à *ink*. Durante o teste, os visores destes dispositivos permaneceram sempre acesos, como se estivessem sendo constantemente utilizados pelos participantes de uma aula.

Periodicamente, os dispositivos conectados a uma sessão de colaboração exercendo papel de mestre, executaram uma das seguintes ações:

1. Abrir um *deck* a partir de um arquivo;
2. Envio do *deck* completo para os demais participantes;
3. Envio mensagem informando conexão;
4. Envio de mensagem requisitando aos demais participantes que enviem mensagens de conexão;
5. Mudança para o próximo quadro do *deck*, exceto quando o quadro atual era o último quadro do *deck*. Neste caso, o primeiro quadro era visualizado.
6. Envio de contribuições aos demais participantes. Estas contribuições foram realizadas automaticamente de forma randômica, variando entre desenhos e textos.

7.1.2.1. Resultados

Foi possível constatar que o consumo da bateria do *tablet pc* foi consideravelmente maior do que o consumo da bateria do *pocket pc*. Após três horas de execução ininterrupta, a bateria do *tablet pc* se aproximou dos 10%, enquanto que a do *pocket pc* ainda estava em 60%. Estes valores, que talvez sejam influenciados pelas características dos dispositivos utilizados no teste, comprovam que o aplicativo iPH pode ser muito bem usado em uma aula de três horas ou mais. A Figura 53 mostra o gráfico criado a partir do resultado do teste realizado.

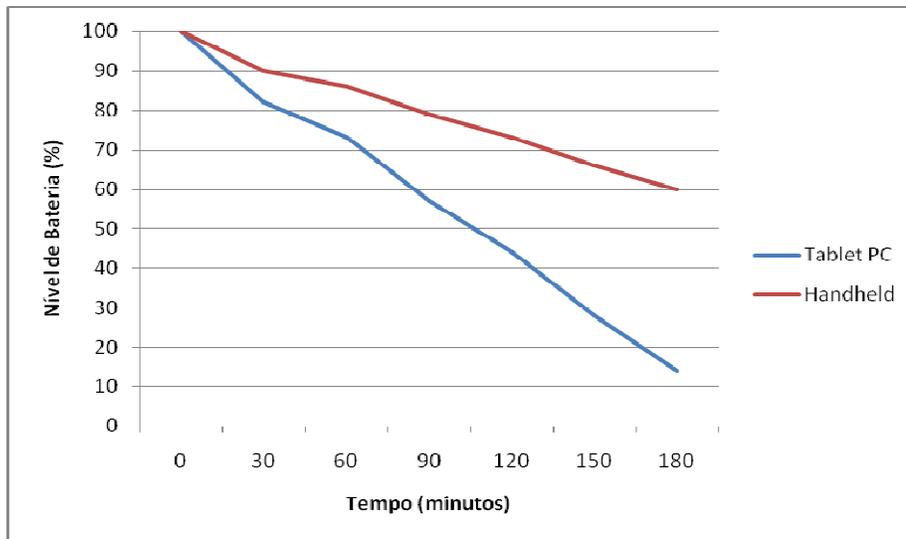


Figura 53 - Gráfico de consumo de bateria durante execução

Naturalmente, estes resultados podem variar significativamente dependendo da tecnologia utilizada na bateria (Ni-Cd, Ni-MH, Li-Ion), e do estado de conservação da bateria, dado que baterias mais utilizadas geralmente apresentam um poder de armazenamento menor de energia do que baterias novas.