

5 CONCLUSÕES

O crescente interesse em torno das tecnologias relacionadas às redes móveis sem fio e a utilização de aplicações distribuídas e multimídia, como as que envolvem voz e vídeo, que demandam garantias de qualidade, intensificaram a necessidade de definir propostas para solucionar o problema de se manter a mesma qualidade de serviço para os usuários móveis quando eles se deslocam entre regiões distintas.

Essa revolução móvel vem sendo dirigida pelo crescimento da computação pervasiva (IEEE, 2002), na qual os usuários podem acessar e manipular informações a qualquer hora, em qualquer lugar. Esse desenvolvimento na área de sistemas móveis e ubíquos foi viabilizado pelo barateamento dos dispositivos de comunicação, resultante dos avanços alcançados na área de circuitos integrados, a evolução dos dispositivos de exibição, as melhorias no gerenciamento de energia, o desenvolvimento de sistemas operacionais embutidos e os protocolos sem fio.

Para atender às necessidades de QoS da Internet sem fio foram propostos, nesta dissertação, *frameworks* para provisão de QoS em ambientes móveis com base em trabalhos anteriores realizados no Laboratório TeleMídia da PUC-Rio.

5.1 CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

O desenvolvimento dos *Frameworks para Provisão de QoS em Redes Móveis Sem Fio* permitiu um estudo aprofundado dos ambientes que oferecem suporte à mobilidade, possibilitando o fornecimento de serviços com qualidade, levando em consideração características inerentes a esses ambientes, como as mudanças dinâmicas da topologia da rede, o deslocamento dos nós móveis entre áreas de cobertura vizinhas, o desvanecimento⁴⁴ das conexões e as flutuações na disponibilidade de recursos, entre outros.

As principais contribuições obtidas com a conclusão deste trabalho foram a introdução dos conceitos de reservas de recursos antecipadas e intervalos de QoS,

⁴⁴ Do inglês *fading*

tanto para redes móveis quanto para redes fixas, e a definição de um *framework para gerenciamento de mobilidade*, permitindo a especificação do grafo de prováveis provedores para os quais o nó móvel pode migrar em função do tempo. Esse grafo⁴⁵ contém todos os caminhos através dos quais as reservas serão efetuadas, quer sejam reservas imediatas ou reservas antecipadas. Como foi apresentado na Seção 2.2, os trabalhos que se propõem a oferecer QoS aos serviços disponibilizados em redes móveis não incorporam o mecanismo de gerenciamento de mobilidade, fundamental para o estabelecimento de reservas antecipadas. Este trabalho acopla o módulo de gerenciamento de mobilidade à arquitetura de provisão de QoS proposta por Gomes (1999), promovendo uma cooperação entre os mecanismos de predição de deslocamento e de reserva de recursos.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Há alguns pontos que merecem ser avaliados, dando continuidade ao desenvolvimento deste trabalho:

- Introduzir os conceitos de computação orientada ao contexto⁴⁶ (Chen & Kotz, 2000) na definição de um *framework para gerenciamento de contexto* com o propósito de auxiliar o mecanismo de gerenciamento de recursos através da análise dos canais de comunicação estabelecidos e do acionamento de mecanismos de adaptação. Neste caso, o *framework para gerenciamento de mobilidade* passaria a ser parte do novo *framework*.
- Instanciar os *frameworks* para provisão de QoS em redes móveis sem fio em um cenário que contemple as redes *ad hoc*, através da adaptação dos pontos de flexibilização definidos, avaliando o seu desempenho mediante a necessidade de constantes atualizações das informações relacionadas à topologia da rede, em todos os nós que a constituem.

⁴⁵ Quando se trata de redes *ad hoc*, esse grafo tem a sua representação reduzida, pois a definição de todas as possíveis topologias dessas redes é um problema NP-completo. São utilizadas heurísticas para se obter um grafo com um menor detalhamento, definindo rotas alternativas e/ou redundantes.

⁴⁶ Do inglês, *context-aware computing*

- Fazer uma análise das implicações causadas pelo *handoff* na provisão de QoS em redes móveis, avaliando o comportamento dos mecanismos modelados pelos *frameworks* propostos mediante taxas elevadas de movimento intercelular. O deslocamento de um nó para uma nova célula implica na atualização de informações relacionadas ao encaminhamento de pacotes nos agentes de mobilidade, considerando uma rede infra-estruturada.
- Avaliar as questões relacionadas à micro-mobilidade no processo de provisão de QoS, estudando as implicações dos constantes deslocamentos intracelulares, de modo a refinar o modelo de reservas definido.
- Incorporar os conceitos de provisão de QoS e gerenciamento de mobilidade adotados nos *frameworks* propostos em ferramentas de simulação para ambientes móveis como, por exemplo, o MobiCS (*Mobile Computing Simulator*) (Rocha & Endler, 2000).
- Estudar o uso de protocolos centralizados no estabelecimento de reservas de recursos em redes *ad hoc*, como por exemplo o COPS, avaliando possíveis contribuições (modificações) ao *framework* proposto.
- Realizar simulações estocásticas no MobiCS utilizando um modelo de mobilidade mais refinado, através da programação de modelos de simulação, de modo a avaliar o comportamento do SMQoS mediante taxas de deslocamento arbitrárias.
- Integrar a instanciação do *framework para provisão de QoS em redes móveis sem fio* com a API genérica para solicitação de serviços com QoS, IPQoS (Mota, 2001).