

6 Conclusão

Este trabalho teve como propósito principal estudar os efeitos de uma aplicação baseada na transmissão em modo pacote sobre as redes EGPRS, atualmente em estágio inicial de utilização no Brasil. A aplicação escolhida foi o *Push to Talk over Cellular*.

Foi mostrado que, embora algumas prestadoras de serviços acreditem que na prática o uso do PoC pode aumentar receitas com pouco investimento e ainda assim ser um serviço atrativo para os usuários, um dos requisitos de qualidade propostos pelo padrão, que é manter a BLER abaixo de 3%, se respeitado, diminui bastante o número de sessões simultâneas admitidas por um mesmo canal de tráfego.

Em geral, enquanto a taxa média de transmissão por estação se mantém acima da taxa de transmissão necessária para sustentar a sessão, o atraso médio cresce de forma lenta e linear. Na medida em que a demanda por recursos aumenta (ou pelo aumento no número de estações ou pela diminuição do PTIME), os terminais precisam armazenar pacotes prontos para transmissão até que haja um *slot* disponível no *uplink*. Este tempo de espera em *buffer* deve ser somado ao atraso de cada pacote. Quando isso acontece, a curva dos resultados em todos os gráficos sofre uma inflexão abrupta que indica o ponto de saturação da célula. Em vários casos de simulação, este ponto está bem abaixo das estimativas iniciais prometidas pelas empresas prestadoras deste serviço.

Os resultados apresentados nos gráficos das figuras 22 e 23 permitiram analisar a influência de se manter uma adaptação de canal que buscasse manter as taxas de blocos errados abaixo de 3%. Embora a adaptação de canal ideal forneça taxas de transmissão maiores, não se pode esquecer que há uma perda excessiva de pacotes (intrínseca à referência de performance do MCS utilizada) que implica uma perda de qualidade inaceitável para as sessões. Quando a adaptação de canal mantém uma perda de pacotes abaixo da máxima prevista pelo padrão, a capacidade de cada canal diminui sensivelmente e, em conseqüência, o número de sessões simultâneas diminui.

Os resultados apresentados nos gráficos das figuras 24 a 31 mostraram que a opção por enviar uma quantidade maior de quadros de voz por pacote é sempre melhor. Isso em detrimento do fato de que o aumento no tamanho dos pacotes implica aumento

no atraso fim-a-fim na sua transmissão. A explicação para isso reside na idéia de que, com um PTIME pequeno, a quantidade de pacotes necessária para o transporte de cada trecho do discurso aumenta e, com isso, a vazão média “útil” disponível por estação diminui por causa do *overhead* dos cabeçalhos.

Já nas figuras 32 e 33, os resultados mostraram que se pode maximizar a qualidade das chamadas variando-se a taxa de codificação de acordo com as condições do meio, ou seja, buscou-se o melhor compromisso entre a codificação da voz e a codificação de canal. Entretanto, esta abordagem significa maximizar a utilização dos recursos disponíveis oferecendo níveis máximos de qualidade possíveis, o que, como consequência, implica diminuição da capacidade da célula. Uma abordagem mais atraente para as prestadoras seria utilizar a menor quantidade de recursos possível para manter um patamar mínimo de qualidade desejada.

Na figura 34 foi explorado o fato de que a caracterização da dinâmica da sessão é fator determinante no desempenho do sistema. Se a média da distribuição *log-normal* é igual a 4.0, cada usuário passa aproximadamente 70% do tempo da sessão ou falando ou ouvindo. Isso, na prática, corresponde a uma sessão muito interativa onde o meio (*floor*) é bastante requisitado. De qualquer forma, a interatividade em uma sessão PoC tende a variar de acordo com vários fatores (teor da conversação, nível cultural, idioma, etc). Como existe uma carência de documentação disponível sobre o assunto, os resultados da figura 34 exploraram várias possibilidades. No caso menos interativo, onde a média da distribuição *log-normal* é igual a 10.0, o meio fica inativo durante aproximadamente 60% do tempo (e não somente durante 30% do tempo, que é o caso da média igual a 4.0). Além disso, durante esta análise foi utilizada outra referência para os pontos de chaveamento da taxa de codificação AMR [27].

Como sugestões para trabalhos futuros, destaca-se o estudo que busque **mensurar a qualidade** das sessões de forma objetiva através de simulações levando em consideração parâmetros como taxa de perdas (cujos valores são intrínsecos às referências de desempenho) e atraso (cujos valores podem ser facilmente medidos a partir do modelo utilizado neste trabalho). Nos últimos anos alguns trabalhos desenvolveram métodos para mapear em MOS a qualidade medida através de métodos objetivos como o *E-Model* [11] e o PESQ [17]. Por exemplo, o fator R do *E-model* pode ser obtido como função apenas do atraso e da taxa de perdas a partir da eq. (3). Além disso, está sendo proposta pela IETF modificações no RTCP, através da (RFC 3611), a fim de que as mensagens de controle RTP carreguem os valores instantâneos do fator R

relacionados a uma dada sessão em andamento.

Outra questão importante a ser abordada é o **atraso no estabelecimento das sessões** devido à sinalização SIP (com e sem compressão). No caso deste trabalho, como o objetivo era a análise do requisito de atraso fim-a-fim dos pacotes, admitiu-se que todas as sessões estavam estabelecidas no momento inicial da simulação e que, portanto, as primeiras mensagens SIP já haviam sido trocadas.

A variação do atraso fim-a-fim, sob diversas condições, quando se utiliza ou não a **compressão de cabeçalhos**, seria outro tema a ser aprofundado através de resultados de simulação. Tais resultados também poderiam ser conseguidos a partir do código utilizado nesta dissertação com modificações simples.