

Modelo de NGN baseado em MIP, IEEE 802.21 e SIP para computação ubíqua

Felipe Atourassap¹, Fátima de Lima Procópio Duarte Figueiredo¹

¹Programa de Pós-Graduação em Informática – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Rua Walter Iani, 255. Bairro São Gabriel – 31.980-110 – Belo Horizonte – MG – Brasil

felipe.pires@sga.puminas.br, fatimafig@pucminas.br

Abstract. *A few years ago, we find a great interest in the telecommunications industry through the integration of heterogeneous networks. The convergence of devices and networks, strides toward what is known as Next Generation Networks (NGN). The aims NGN interoperability of different technologies providing network infrastructure support for ubiquitous computing. For the concept of NGN becomes applicable it is necessary to use some new mechanisms, such as protocols and architectures that support or carry out the integration of technologies heterogeneous. This paper presents a model of integration of networks based on Session Initiation Protocol (SIP), Mobile IP (MIP) and IEEE 802.21. To assess whether the model meets the QoS requirements stipulated by the 3rd Generation Partnership Project (3GPP), simulations were conducted. The performance of various applications was analyzed in a simulated environment of integrated WiMax network to a UMTS (3G). The model was effective in relation to mobility support without loss of connection and performance in integrated heterogeneous environment.*

Resumo. *Há alguns anos, percebe-se um grande interesse da indústria de telecomunicações pela integração de redes heterogêneas. A convergência de dispositivos e de redes caminha a passos largos na direção do que é conhecido como Next Generation Networks (NGN). A NGN visa à interoperabilidade de diversas tecnologias de rede propiciando infraestrutura de suporte à computação ubíqua. Para que o conceito de NGN se torne aplicável, é necessário utilizar alguns novos mecanismos, como por exemplo, protocolos e arquiteturas que dêem suporte ou realizem a integração de tecnologias heterogêneas. Este trabalho apresenta um modelo de integração de redes baseado em Session Initiation Protocol (SIP), Mobile IP (MIP) e IEEE 802.21. Para avaliar se o modelo atende as exigências de QoS estipuladas pela 3rd Generation Partnership Project (3GPP), simulações foram conduzidas. O desempenho de aplicações diversas foi analisado em ambiente simulado de uma rede WiMax integrada a uma rede UMTS(3G). O modelo mostrou-se eficaz em relação ao suporte à mobilidade, sem perdas de conexão e desempenho, no ambiente heterogêneo integrado.*

1. Introdução

A computação ubíqua proporciona acesso a informação em qualquer lugar, a qualquer momento. Para tornar real o mundo da computação ubíqua é necessário um investimento

em pesquisa de integração de redes heterogêneas de maneira que pessoas, coisas e dispositivos estejam conectados ininterruptamente.

A integração de redes heterogêneas é o princípio de *Next Generation Networks* (NGN). Para a [ITU 2005], NGN é uma rede baseada em pacotes, capaz de fornecer serviços de telecomunicações e utilizar de múltiplas tecnologias, simultaneamente ou não. Há vários modelos de integração na literatura utilizando MIP com SIP, ou MIP com MIH, ou SIP com MIH. Porém, não há, até o momento, um modelo que utiliza MIP, SIP e MIH, como proposto neste trabalho.

O modelo deste trabalho é uma extensão do modelo proposto em [Santos et al. 2011], de *handover* vertical suave, baseado em MIP e *Media Independent Handover* (MIH). Para aproximar esse modelo do conceito formal de NGN, o SIP, que promove o estabelecimento de sessões IP entre dispositivos dos usuários e os servidores de aplicações solicitadas, foi incorporado ao modelo de [Santos et al. 2011]. Para avaliar o novo modelo, baseado em *Session Initiation Protocol* (SIP), *Mobile IP* (MIP) e IEEE 802.21, foram conduzidas simulações no NS-2. Os resultados mostram que o estabelecimento de sessões SIP otimiza o processo de *handover*.

O restante deste trabalho foi dividido da seguinte forma: a seção 2 traz o referencial teórico e trabalhos relacionados. Na seção 3, o modelo de NGN baseado em SIP, MIP e IEEE 802.21, é apresentado. Simulações e resultados, na quarta seção avaliam o modelo. Por fim, a seção 5 traz as conclusões e trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico e Trabalhos Relacionados

2.1. Next Generation Network

NGN pode ser vista como um conjunto integrado de redes de tecnologias diversas oferecendo serviços de vários tipos. A tendência de convergência de serviços e meios de comunicação é o que conduz as pesquisas relacionadas à NGN. O [ITU 2005], defini NGN como uma nova rede de banda larga, que vem se desenvolvendo ao longo dos últimos anos, oferecendo múltiplos serviços. NGN apóia a mobilidade generalizada que permite a oferta consistente e onipresente de serviços aos usuários.

2.2. IEEE 802.21

O *framework* IEEE 802.21, que também é conhecido como *Media Independent Handover* (MIH), foi desenvolvido com o objetivo de definir especificações para a realização do *handover*, de forma transparente entre tecnologias heterogêneas. Para [Silvana and Schulzrinne 2008], o padrão IEEE 802.21 é um conjunto de mecanismos, que vem facilitar a migração de usuários móveis entre as diferentes redes de acesso.

O IEEE 802.21 é composto por três serviços básicos, o *Media Independent Command Service* (MICS), o *Media Independent Event Service* (MIES) e o *Media Independent Information Service* (MIIS). Além disso, há uma função que realiza a troca de mensagens obtida pelos serviços citados anteriormente. O nome dado a esta função é *Media Independent Handover Function* (MIHF) [Silvana and Schulzrinne 2008].

2.3. MobileIP

O *Mobile Internet Protocol* (MIP) é um protocolo para a camada de rede, que tem como objetivo suportar conectividade com a Internet, independente do meio físico. Por

meio do MIP, dispositivos móveis se comunicam com outros dispositivos, havendo uma transparência em relação à sua mobilidade [Wang et al. 2004]. Em redes integradas por MIP, o dispositivo que se move sempre obtém um IP de visitante, temporariamente por meio do MIP.

2.4. Session Initiation Protocol

O *Session Initiation Protocol* (SIP) é um protocolo da camada de aplicação, proposto pelo *Internet Engineering Task Force* (IETF), para criar, modificar, estabelecer e finalizar sessões, incluindo as chamadas telefônicas [Jung et al. 2007]. A arquitetura desse protocolo foi projetada para ser compatível com outros protocolos amplamente utilizados na Internet. Com o resultado, obteve-se um protocolo flexível, extensível e aberto. Com essas características, o SIP tornou-se um dos principais protocolos de sinalização de comunicação baseado na Internet, ou seja, capaz de realizar videoconferência e conexões multimídia indiferentemente da tecnologia utilizada. Isso ocorre porque o SIP integra facilmente as diferentes tecnologias existentes na Internet [Jung et al. 2007].

2.5. Principal trabalho relacionado

A proposta de [Santos et al. 2011] utiliza MIP e MIH para promover o *handover* suave entre redes WiMax e UMTS. Para [Santos et al. 2011] um modelo de integração por meio do MIH deve levar em consideração o cenário de mobilidade a ser atendido. Assim, o mesmo simulou um cenário básico com três elementos essenciais à integração de rede: o *Mobile Node* (MN), UMTS e estação base WiMax. Além desses, há outros dois elementos: um denominado roteador e um servidor *Web*. O nó móvel tem duas interfaces: UMTS e WiMax. Cada uma dessas interfaces possui o *Media Independent Handover Function* (MIHF) instalado, possibilitando que o dispositivo móvel se conecte às duas redes. A rede UMTS tem o MIHF adicionado ao *Radio Network Controller* (RNC) e a rede WiMax tem essa mesma função adicionada na *Base Station* (BS).

O MIP foi adicionado ao roteador para executar de forma correta o encaminhamento dos pacotes. Por isso, o roteador foi nomeado de *Backbone MIP*. O procedimento de *handover* proposto por [Santos et al. 2011], partiu do princípio que o nó poderia estar em qualquer uma das redes podendo-se migrar para a outra rede, sendo criados dois cenários: (1) *handover* da rede UMTS para a rede WiMax e (2) *handover* da rede WiMax para a rede UMTS.

Com os resultados obtidos por meio da simulação utilizando o NS-2, [Santos et al. 2011] concluiu, que o *handover* ocorreu nos dois sentidos sem que houvesse interrupção do serviço, ou seja, de forma suave.

2.6. Trabalhos relacionados à integração de MIP e SIP

O gerenciamento de *handover* e o gerenciamento de localização são considerados por [Wang et al. 2004] questões essenciais para o sistema de mobilidade sem fio. Para amenizar os possíveis problemas que essas questões podem trazer, os autores partiram do princípio de sempre selecionar o procedimento mais eficiente para aquisição de um novo IP. Desta maneira, [Wang et al. 2004] propuseram um esquema de *handover* que visou combinar os pontos fortes dos protocolos MIP e SIP, demonstrando que essa proposta híbrida foi eficiente, reduzindo-se o *delay* e melhorando a confiabilidade do *handover*.

Em outro trabalho de [Wang and Abu-Rgheff 2006] que deu continuidade a pesquisa de gestão da mobilidade em redes sem fio, com o uso de MIP e SIP, o autor propôs custo excessivo causado pela redundância de entidades com a mesma função. Uma das abordagens foi chamada de "fortemente integrada", que visava fundir as funções semelhantes dos protocolos MIP e SIP. Na arquitetura "fracamente integrada", os autores dividiram da seguinte maneira: 1) apenas entidades MIP realizavam busca de localização; 2) as entidades MIP buscavam informações e compartilhavam com as entidades SIP. Após análise dos resultados, [Wang and Abu-Rgheff 2006] afirmaram que, ambas as arquiteturas eram mais eficientes que o híbrido tradicional MIP-SIP.

Em [Zeadally et al. 2004] foi apresentado uma arquitetura de integração para suporte à mobilidade sem fio. Os autores propuseram duas abordagens. A primeira visava combinar MIP e SIP, oferecendo suporte para mobilidade pessoal e terminal. Em outras palavras, o SIP era responsável por tratar a mobilidade pessoal enquanto o MIP a mobilidade terminal. A segunda abordagem foi nomeada como "SIP pura", por ser uma arquitetura no qual não houve o uso MIP. Desta maneira, o SIP tinha a responsabilidade de gerenciar a mobilidade terminal e pessoal. Os autores também demonstraram a eficácia das duas arquiteturas, no entanto, ressaltaram que a arquitetura "SIP pura" se destacava em relação à MIP-SIP, por obter melhores resultados como: comunicação direta entre o mobile node (MN) e o Corresponding Host (CH).

Para resolver o problema de mobilidade contínua, [Le and Li 2007] propuseram uma solução baseada na integração de MIP e SIP. Essa solução era baseada na troca de informações entre a camada de rede e a camada de aplicação, com redução da troca de mensagens entre o nó e a rede.

[Khan et al. 2009] afirmou que nenhum dos métodos disponíveis atualmente como o 3GPP IMS, acoplamento, MIH e MIP, tratam o *handover* entre redes heterogêneas de forma eficaz na camada de rede e de aplicação, concomitantemente. Com isso, o mesmo apresentou uma proposta de um modelo de *handover*, que utilizou o MIP e o SIP simultaneamente para que auxiliasse o procedimento de mudança sua entre as redes UMTS e WiMax.

2.7. Trabalhos relacionados à Integração de SIP e IEEE 802.21

O procedimento de *handover*, ou seja, quando um dispositivo móvel migra de uma célula pra outra, é considerado uma das etapas mais importante do processo de integração de redes. [Silvana and Schulzrinne 2008] apresenta um modelo no qual a sinalização *Media Independent Information Service* (MIIS) foi transportada por mensagens SIP. Desta maneira, os autores realizaram por meio da estrutura do IEEE 802.21 uma autenticação pró-ativa. Isso quer dizer que, os usuários eram autenticados na nova rede antes da realização do *handover*. Essa autenticação pró-ativa foi importante porque o *delay* do processo de autenticação não afetava o tempo de execução do *handover*. Outra vantagem apresentada por [Silvana and Schulzrinne 2008], foi que esse modelo não requeria a implantação de novas infra-estruturas complexas de sinalização de apoio à sinalização MIIS.

O problema conhecido como "desbalanceamento do fluxo de tráfego", é quando há necessidade de ajustes das taxas de dados e o fluxo de tráfego, após a ocorrência do procedimento do *handover* vertical. O que impede que as aplicações em curso sejam man-

tidas. Para resolver esse problema, [Jung et al. 2007] propuseram uma integração entre o SIP e o MIH. No esquema proposto, os Node possuíam suporte à MIHF e a mobilidade, além de interfaces de rede IEEE 802.16 e IEEE 802.11e, também conhecidas como WiMax e *Wireless Fidelity* (Wi-Fi), respectivamente. Os autores afirmaram que, com o uso das mensagens de *RE-INVITE* e *UPDATE*, do SIP, podiam, realizar a renegociação de *Quality of Service* (QoS) e a modificação de seção, antes da ocorrência do *handover*, tornando o fluxo balanceado. Em outras palavras, não havia perda das aplicações que estavam em curso.

[Al Mosawi et al. 2009] afirmaram que ainda não há uma solução eficiente para mobilidade de serviços em tempo real, para as redes baseadas em IP. Desta maneira, as aplicações acabavam sofrendo com inconvenientes problemas, como o *delay*. Os autores propuseram o acréscimo de um mecanismo de descoberta e seleção de rede juntamente com o protocolo SIP. Na abordagem de [Al Mosawi et al. 2009], esse mecanismo era o MIH. O processo chamado de *SIP Intelligent Handover* (SIPIHO) tinha o objetivo de decidir se realizaria ou não a habilitação de outra interface para sucessivamente realizar o *handover*. Essa decisão teve como base critérios como: tipo de aplicação, a mobilidade atual e custo-sensibilidade, entre outros, que foram obtidas pelos serviços *Media Independent Command Service* (MICS), *Media Independent Event Service* (MIES) e MIIS.

[Kim et al. 2009] propuseram uma melhoria no procedimento de *handover* utilizando o protocolo SIP para serviços e aplicações IMS. Porém, era diferente da proposta de [518], por utilizar de MIH, SIP e IMS. O trabalho relatou os conceitos e funcionalidades do SIP, como também a dificuldade desse protocolo ao realizar um *handover* sem rupturas. Desta forma, os autores afirmaram que era necessária uma extensão do protocolo para que houvesse um *handover* suave, porém as soluções atualmente conhecidas não foram adequadas ao *fast handover*, por sofrerem com latência. Os autores propuseram uma nova maneira de reduzir a latência, definindo um "novo protocolo" SIP, que possui novas mensagens além das funções do MIH.

2.8. Trabalhos relacionados à Integração de MIP e IEEE 802.21

[Taniuchi et al. 2009] também buscou a melhoria da arquitetura para a convergência de redes, com o foco na interoperabilidade do serviço. O mesmo reforçou a tendência dos dispositivos terem capacidade de acesso a mais de uma rede, porém neste caso os mesmos tinham mais de uma interface. Para que não houvesse consumo excessivo de energia por parte do dispositivo a interface somente era ativada após um procedimento de descoberta de vizinho, realizado pelo MIH. O que não tirava do MIP a responsabilidade de conectar e manter comunicação dos dispositivos.

3. Metodologia

3.1. Descrição da integração

Conforme a proposta do trabalho, foi necessário realizar algumas alterações no modelo de *handover* vertical suave proposto por [Santos et al. 2011]. A figura 1 ilustra o modelo com os elementos propostos por [Santos et al. 2011], acrescidos dos elementos propostos neste trabalho, *SIPAgent* e *SIPProxy*. O *SIPAgent*, é uma entidade lógica para criar novas solicitações SIP e responsável por receber pedidos e enviar as respostas. Essa entidade teve seu acréscimo no componente nó móvel e no nó correspondente, neste cenário

o Servidor *Web*. O *SIPProxy* tem a capacidade de roteamento e suporta as funções de autenticação, autorização, controle de acesso, retransmissões de pedidos e segurança. Essa entidade está presente no *Gateway GPRS Support Node* (GGSN) e roteador MIP.

Neste trabalho, com a utilização do protocolo SIP, propõem um o procedimento de *handover* vertical suave mais rápido, quando comparado ao proposto por [Santos et al. 2011].

Durante o procedimento de *handover*, após receber o endereço temporário, o nó móvel encaminha mensagens SIP para o roteador e Servidor *Web*, informando sua nova localização. Para o roteador é enviada a mensagem de *REGISTER*, informando o novo endereço IP, isso permite ao roteador manter-se conectado ao nó móvel encaminhando os pacotes caso seja necessário. Para o Servidor *Web* é enviada uma mensagem de *RE-INVITE*, ou seja, um novo convite para que uma nova sessão seja estabelecida. Com isso, o nó correspondente terá o novo endereço do nó móvel, mantendo assim a conectividade dos serviços.

Resumindo, com a utilização do SIP, elimina-se a necessidade de tunelamento do MIP, o que agiliza o processo de *handover*.

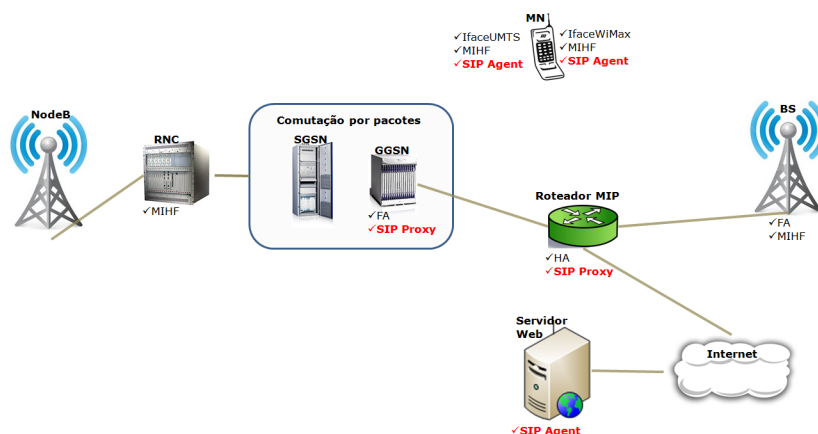


Figura 1. Visão geral da integraçãoFonte: Dados da pesquisa

3.2. Simulações da proposta de NGN: avaliação dos parâmetros de QoS

Os testes de *handover* e desempenho, foram feitos por meio de comparação com o modelo apresentado em [Santos et al. 2011]. Nessa comparação, o objetivo foi verificar se houve algum ganho de eficiência, com o acréscimo do SIP no modelo de *handover* vertical suave. Para que a comparação pudesse ser realmente válida, entendia-se que os cenários utilizados nessa pesquisa deveriam ser idênticos aos utilizados por [Santos et al. 2011], para que pudessem avaliar se SIP, MIP e MIH juntos seriam mais ou menos eficientes que só o MIP e MIH juntos.

As classes de serviços foram divididas em *Background*, *Conversacional*, *Interactive* e *Streaming*, conforme definidas pelo 3GPP. Pode-se dizer que, as classes *Conversacional* e *Streaming* são mais sensíveis que as outras, por oferecerem serviços em tempo real. Houve uma distribuição de usuários por classe, descrita por [Antoniou 2004] e utilizada em [Santos et al. 2011], como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Distribuição de usuários por classe

Classes	% de usuário por classe	Numero real de usuário por classe
Background	15%	150
Conversacional	15%	150
Streaming	30%	300
Interactive	40%	400
Total de usuários	100%	1000

Fonte: [Antoniou 2004]

Conforme mencionado em [Antoniou 2004], o número de usuários ativos em uma rede, fica entre 7% e 15%. [Santos et al. 2011] utilizou 10%, que também foram utilizados durante as simulações deste trabalho, para manter parâmetros de configuração compatíveis e comparáveis. O número total de usuários é dividido em 50% para a rede UMTS e os outros 50% para a rede WiMax. A Simulação teve seu tempo de duração fixado em 300 segundos. O tempo de *handover* foi analisado. Para avaliar o comportamento da rede em cada uma dessas classes, foram utilizados os parâmetros de qualidade de serviço *delay* ou atraso, *jitter* ou variação do atraso e *throughput* ou vazão.

3.3. Duração do procedimento de handover

A duração do tempo de *handover*, utilizada para a comparação deste trabalho com o de [Santos et al. 2011]. A captura deste tempo, ocorreu de forma idêntica ao proposto pelo trabalho citado anteriormente. O tempo considerado de início do procedimento de *handover* é o momento em que o nó móvel começa o processo de varredura do canal para se conectar ao NodeB da rede UMTS ou à BS da rede WiMax. O tempo final do *handover* foi coletado quando o nó móvel recebeu o último *Acknowledge* (ACK) informando que o *handover* foi efetivado. Desta maneira, o tempo total do *handover* foi obtido pela diferença do tempo final pelo tempo inicial.

4. Simulações e Resultados

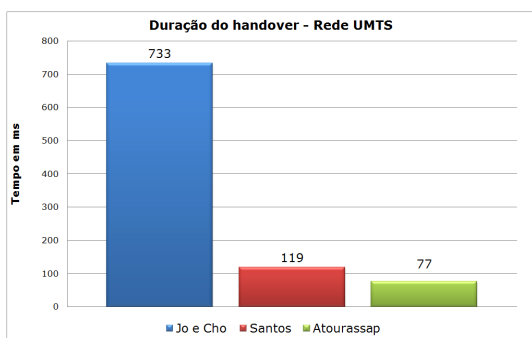
Para verificar a eficiência deste modelo, compararam-se os resultados apresentados por [Santos et al. 2011] com os alcançados nesta pesquisa. São apresentados, nesse trabalho os resultados alcançados apenas para a rede UMTS, devido à maior restrição de recursos. Entende-se que, se a rede UMTS possuir parâmetros de QoS aceitáveis, conseqüentemente, a rede WiMax também possuirá.

Para todos os resultados são apresentados a média e o desvio padrão. Estipulou-se que a significância estatística do intervalo de confiança em 95%, para as classes *Conversational*, *Streaming*, *Interactive* e *Background* da rede UMTS.

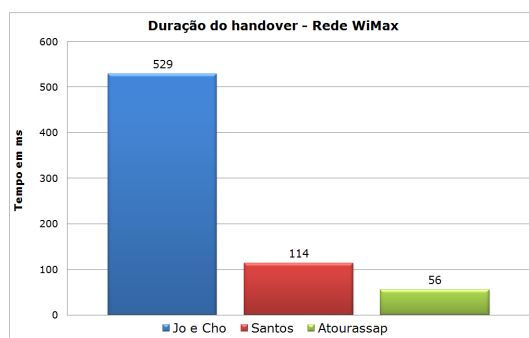
4.1. Duração do tempo de handover

A duração do tempo de *handover* é possível observar na figura 2 que o tempo obtido nas simulações realizadas para essa dissertação, apresentou uma melhora substancial no desempenho, ou seja, redução do tempo do procedimento de *handover*, se comparados com os tempos de *handover* apresentados por [Santos et al. 2011] e [Jo and Cho 2008].

Para a o procedimento de *handover* executado da rede WiMax para a rede UMTS, a figura 2-(a), há uma melhora de 35% ao compará-lo com o tempo obtido pelo trabalho



(a) Duração do tempo de *handover* da rede UMTS para a rede WiMax



(b) Duração do tempo de *handover* da rede WiMax para a rede UMTS

Figura 2. Duração do tempo de *handover*

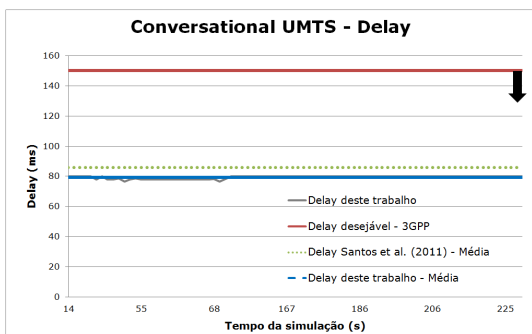
de [Santos et al. 2011], que se destaca, por ter obtido uma melhor performance em relação ao trabalho de [Jo and Cho 2008].

O mesmo ocorre para o procedimento de *handover* executado da rede UMTS para a rede WiMax, figura 2-(b). No entanto, a melhora obtida neste procedimento foi de quase 51%.

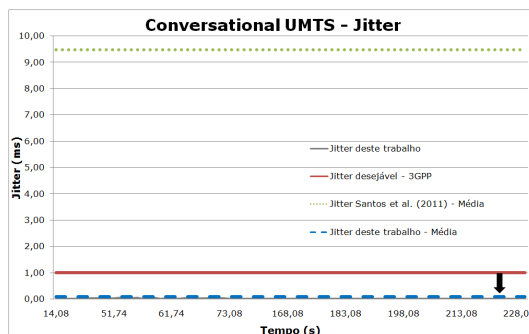
Os resultados foram de encontro ao esperado, pois o objetivo da instalação do SIP no módulo de *handover* vertical era verificar se haveria uma evolução no rendimento desse procedimento com a utilização desse protocolo. O SIP tem a função de estabelecer sessão, deixando o MIP com a função de atribuir um endereço temporário ao nó móvel, quando em rede visitada. Como o serviço é estabelecido pelo SIP previamente, há um ganho em relação ao tempo pois o tunelamento do MIP não é mais necessário.

4.2. Resultados dos parâmetros de desempenho da classe Conversational

A figura 3, apresenta as métricas de desempenho alcançadas na rede UMTS-*Conversational*. Os parâmetros de maior impacto para essa classe é o *delay* e o *jitter*. Após a realização das simulações alcançou-se como resultado para o *delay*, figura 3-(a) uma média de 79,4 ms, desvio padrão de 1,02 ms chegando a um intervalo de confiança entre 79,17 s a 79,62 ms. Esses valores são considerados aceitáveis, pois o 3GPP estipula um *delay* máximo de 400 ms, com o preferencial de até 150 ms.



(a) Delay



(b) Jitter

Figura 3. Delay e Jitter da classe *Conversational* da rede UMTS

A figura 3-(b) mostra o comportamento do *Jitter*. Neste item nota-se que o comportamento tende a zero. O limite recomendado pelo 3GPP é de até 1 ms. Os resultados deste trabalho têm como média de 0,008 ms, com desvio padrão de 0,01 ms e intervalos de confiança de 0,04 ms a 0,01 ms.

4.3. Resultados dos parâmetros de desempenho da classe Streaming

A figura 4, demonstra os resultados das aplicações *Streaming*. O 3GPP define como parâmetros aceitáveis para essa classe um atraso menor que 10s. A figura 4-(a), traz o comportamento do *delay*. Atingiu-se uma média de 1,440s de atraso, desvio padrão de 0,253s e intervalos de confiança superior de 1,464s. Por meio dos números apresentados nota-se que ainda há uma margem considerável, antes do limite estipulado pela 3GPP. A mesma também limita o *Jitter* há um tempo inferior a 2s. Na figura 4-(b) é possível verificar os valores são inferiores aos referenciados. Para esse serviço a média foi de 0,165s, o desvio padrão foi de 0,282 e o intervalo de confiança menor é de 0,138 e o maior é de 0,192.

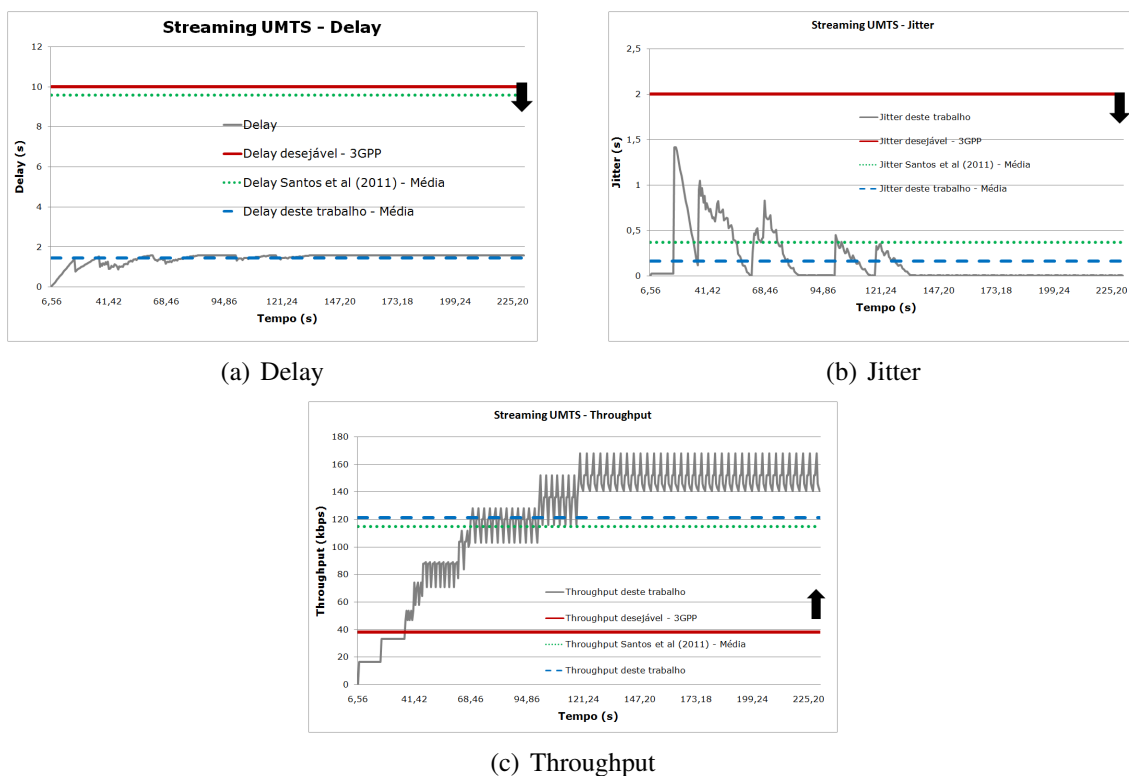


Figura 4. Delay, Jitter e Throughput da classe Streaming da rede UMTS

O *throughput* pode ser visualizado na figura 4-(c). A QoS deste parâmetro deve compreender-se entre 32 - 384 kbps. Nesta pesquisa a média obtida foi de 121,328kbps, chegando a um intervalo de confiança 117,269 a 125,388 kbps.

4.4. Resultados dos parâmetros de desempenho da classe Interactive

Interactive é uma classe de serviços nos quais o usuário mantém um diálogo interativo com um servidor de aplicações ou de dados. São exemplos de aplicação desta classe: navegação na Internet, *File Transfer Protocol* (FTP), *m-commerce*, dentre outros. Essas

aplicações são mais sensíveis ao *delay* e ao *throughput*. O 3GPP estipula para o *delay* de *Interactive* o máximo 4 segundos, que foi alcançado de forma satisfatória como demonstrado na figura 5. O tempo médio do *delay* foi de 1,425s, um desvio padrão de 0,257s, obtendo-se como intervalo de confiança valores entre 1,4s a 1,449s.

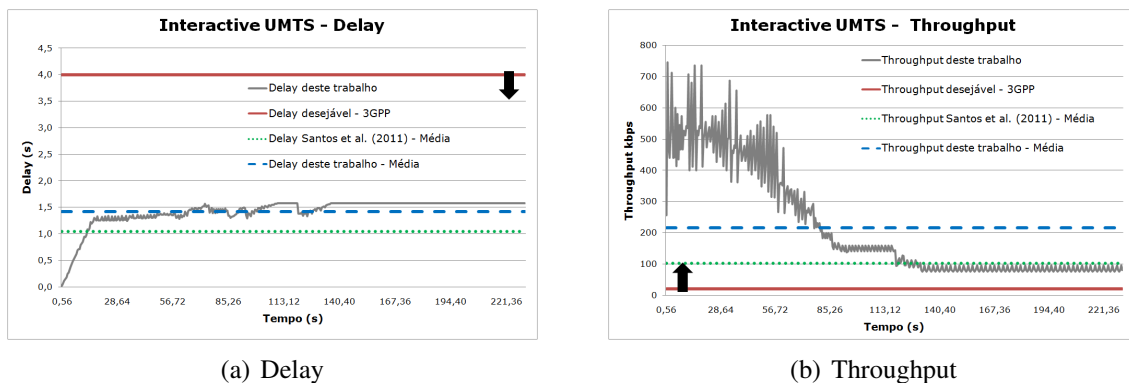


Figura 5. Delay e Throughput da classe Interactive da rede UMTS

Os resultados evidenciados na figura 5-(b), demonstram que o *throughput* também apresenta um desempenho satisfatório, segundo indicadores do 3GPP, para que, esse parâmetro, é superior a 20 kbps. Nas simulações realizadas, obteve-se como média 216,439kbps. O desvio padrão atingido foi de 175,596 kbps, e o intervalo de confiança entre 199,605kbps e 233,272kbps.

4.5. Resultados dos parâmetros de desempenho da classe Background

Para a classe *Background*, o 3GPP estipulou um *delay* inferior a 30 segundos e um *throughput* superior a 2.8kbps. Em aplicações que o intervalo de tempo não é tão impactante para o usuário, como o caso do *Background*, estas não são afetadas pelo *jitter*. Desta forma, não serão demonstrados os resultados conquistados para o mesmo. Na figura 6, pode-se observar que em ambos os parâmetros, os índices obtidos pela simulação, estão dentro do aceitável pelo 3GPP. No *delay*, figura 6(a), obteve-se a média de 8,607 s, tendo como desvio padrão de 9,74 s. Atingindo um intervalo de confiança mínimo de 8,449 s e máximo de 8,765 s. O *throughput* também apresentou índices aceitáveis pela 3GPP. Média de 160,336 kbps, intervalo de confiança inferior 146,473 kbps e superior de 174,198 kbps.

5. Conclusão e Trabalhos futuros

Este artigo apresentou uma abordagem que se aproxima do conceito formal de NGN. Para atender esse conceito, foi proposto um modelo de NGN é baseado em três tecnologias: MIP, IEEE 802.21 e SIP. Cada uma delas tendo uma função bem específica no processo de *handover* vertical. O MIP tem como objetivo atribuir um segundo endereço IP ao nó móvel, permitindo a esse dispositivo a mudança de rede sem perda da conectividade. O IEEE 802.21 faz a varredura nas redes vizinhas, procurando encontrar uma rede com disponibilidade para receber o nó móvel. O SIP, tem a responsabilidade de realizar o registro da nó móvel na rede estrangeira e manter as sessões estabelecidas.

Para avaliar se o objetivo da pesquisa foi atendido, foram analisados os requisitos *delay*, *jitter* e *throughput* das classes de rede *Conversational*, *Streaming*, *Interactive*

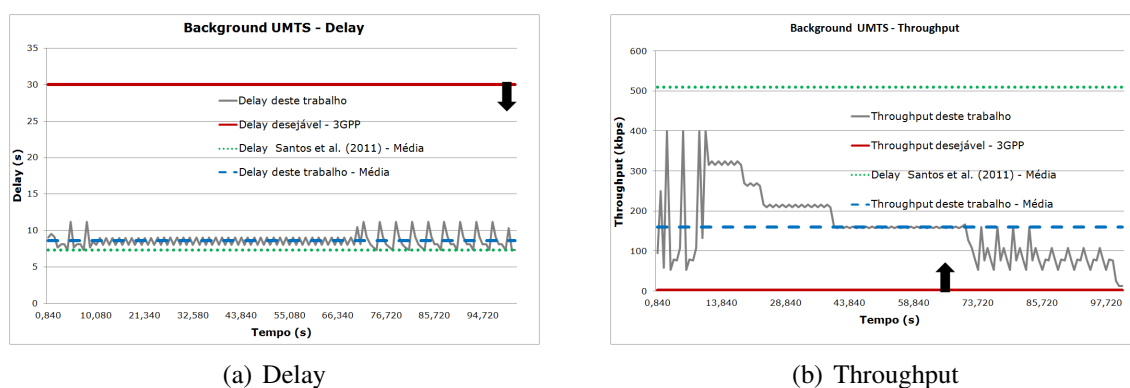


Figura 6. Delay e Throughput da classe Background da rede UMTS

e *Backgrounds*, quando em processo de *handover*. Além desses parâmetros, também foi analisado o tempo de *handover*. Por meio das análises realizadas, percebeu-se que todos os parâmetros tiveram um resultado satisfatório quando comparados aos índices estipulados pela 3GPP. Desta maneira, não apenas cumpriu-se com o objetivo do trabalho, como também foi gerado um novo modelo de integração de redes que pode ser utilizado em pesquisas futuras. Como principal contribuição, o tempo de duração do *handover* foi reduzido pelo SIP.

Como trabalhos futuros podem ser sugeridos a inclusão de novas tecnologias como *Bluetooth*, mobilidade veicular, controle de admissão, dentre outras. A execução da simulação com novos cenários, incluindo áreas de sombra, também é exemplo de trabalho futuro.

Referências

- Al Mosawi, T., Shuaib, H., and Aghvami, A. (2009). A fast handover scheme based on smart triggers and sip. In *Vehicular Technology Conference Fall (VTC 2009-Fall), 2009 IEEE 70th*, pages 1–5.
- Antoniou, J. (2004). Coverage and capacity planning in enhanced umts. Master's thesis, University of Cyprus - Department of Computer Science.
- ITU, I. T. U. (2005). *ITU-T NGN FG Proceedings - Part I*.
- Jo, J. and Cho, J. (2008). A cross-layer vertical handover between mobile wimax and 3g networks. In *Wireless Communications and Mobile Computing Conference, 2008. IWCMC '08. International*, pages 644–649.
- Jung, Y.-C., Kim, B.-K., and Kim, Y.-T. (2007). Sip based end-to-end qos negotiation scheme for mih. In *Broadband Convergence Networks, 2007. BcN '07. 2nd IEEE/IFIP International Workshop on*, pages 1–12.
- Khan, M., Ismail, M., and Dimiyati, K. (2009). Seamless handover between wimax and umts. In *Communications (MICC), 2009 IEEE 9th Malaysia International Conference on*, pages 826–830.

- Kim, S. T., Koh, S. J., and Kyoung-Hee, L. (2009). **Network-based fast handover for IMS applications and services.** In *Advanced Communication Technology, 2009. ICACT 2009. 11th International Conference on*, volume 02, pages 1133 –1136.
- Le, L. and Li, G. (2007). Cross-layer mobility management based on mobile ip and sip in ims. In *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2007. WiCom 2007. International Conference on*, pages 803 –806.
- Santos, W. P. d., Reis, S. O., Nogueira, R. S., and Figueiredo, F. d. L. P. D. (2011). Modelo de handover vertical suave entre redes wimax e umts. *XVI Workshop de Gerência e Operação de Redes e Serviços.*
- Silvana, G. and Schulzrinne, H. (2008). Sip and 802.21 for service mobility and pro-active authentication. In *Communication Networks and Services Research Conference, 2008. CNSR 2008. 6th Annual*, pages 176 –182.
- Taniuchi, K., Ohba, Y., Fajardo, V., Das, S., Tauil, M., Cheng, Y.-H., Dutta, A., Baker, D., Yajnik, M., and Famolari, D. (2009). **IEEE 802.21: Media independent handover: Features, applicability, and realization.** *Communications Magazine, IEEE*, 47(1):112 –120.
- Wang, Q., Abu-Rgheff, M., and Akram, A. (2004). Design and evaluation of an integrated mobile ip and sip framework for advanced handoff management. In *Communications, 2004 IEEE International Conference on*, volume 7, pages 3921 – 3925 Vol.7.
- Wang, Q. and Abu-Rgheff, M. A. (2006). Mobility management architectures based on joint mobile ip and sip protocols. *Wireless Communications, IEEE*, 13(6):68 –76.
- Zeadally, S., Siddiqui, F., DeepakMavatoor, N., and Randhavva, P. (2004). Sip and mobile ip integration to support seamless mobility. In *Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2004. PIMRC 2004. 15th IEEE International Symposium on*, volume 3, pages 1927 – 1931 Vol.3.