

# Análise dos Mecanismos de Gerenciamento de Mobilidade no IPv6

Emanoel Romano de Oliveira, Thadeu Lima de Souza Cascardo,  
Antonio Alfredo Ferreira Loureiro

Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Minas Gerais  
(UFMG)

Caixa Postal 702 – 30.123-970 – Belo Horizonte – MG – Brasil

{emanoel, cascardo, loureiro}@dcc.ufmg.br

***Abstract.** Lately, mobile devices have grown in their utilization and resources, being even able to access Internet services and run multimedia applications. Mobile Internet Protocol version 6 (MIPv6) has been proposed as a solution to allow these devices to communicate to the Internet. However, Mobile IPv6 does not distinguish between global and local mobility, adding load to the network and doing not fast handoffs. To overcome this bad performance, hierarchical mobility management mechanisms were proposed. This article aims to analyze comparatively these different mechanisms.*

***Resumo.** Recentemente, dispositivos móveis têm crescido em utilização e recursos, sendo até mesmo capazes de acessar serviços de Internet e operar aplicações multimídia. O IPv6 Móvel (MIPv6) foi proposto como solução para permitir que estes dispositivos se comuniquem com a Internet. Porém, o IPv6 móvel não diferencia mobilidade global de local, adicionando carga à rede e não realizando rápidos handoffs. Para superar este mau desempenho, mecanismos hierárquicos de gerenciamento de mobilidade foram propostos. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre estes diferentes mecanismos.*

## 1. Introdução

A tecnologia de comunicação móvel está em constante evolução e a demanda por redes de comunicação sem fio aumenta a cada dia. Ao mesmo tempo a Internet continua com sua rápida expansão. A utilização de dispositivos portáteis, com possibilidade de acessar a Internet, está crescendo, permitindo aos usuários destes dispositivos acessar informações multimídia distribuídas. Para se visualizar esta grande demanda que está surgindo, pode-se observar que no ano de 2000, o número de usuários que acessaram a Internet através de dispositivos portáteis no Japão já era de 12.7 milhões. A Figura 1 mostra o grande crescimento de usuários utilizando dispositivos sem fio acessando a Internet [COMPAQ COMPUTER CORPORATION]. Para possibilitar que este aumento ocorra de forma progressiva foi proposto a versão 6 do protocolo IP (IPv6) [DEERING e HINDEN 1998], que além de outras vantagens, possibilita a comunicação entre redes fixas e móveis e o acesso a Internet a partir de uma rede sem fio.

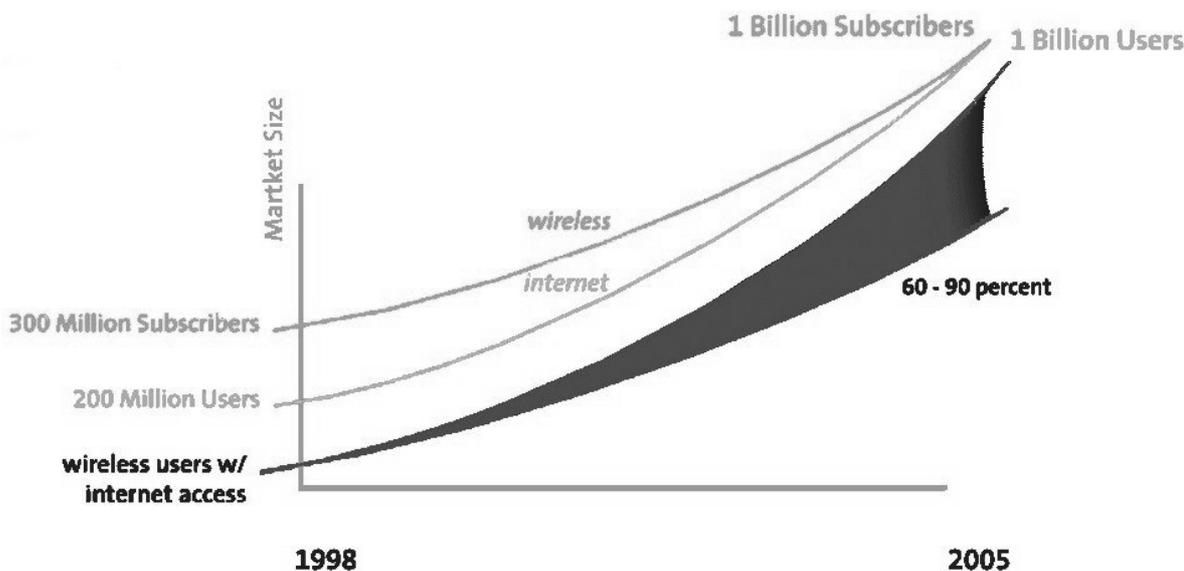


Figura 1. Uso da Internet através de dispositivos sem fio.

O IPv6 possui várias vantagens em relação ao IPv4, sendo uma das principais a capacidade de endereçamento, que passa a ter 128 bits ao contrário dos atuais 32. Outras vantagens deste protocolo são a redução na tabela de roteamento; um mecanismo para encapsulamento próprio e de outros protocolos; simplificação do cabeçalho; distinção de tipo de dado; segurança de dados, incluindo criptografia de dados; suporte para roteamento *multicast* de maneira mais eficiente e ainda a implementação do modelo *anycast*; métodos de transição e compatibilidade com o IPv4; mecanismo de autoconfiguração; e introdução de mecanismos para que dados multimídia em tempo real trafeguem com mais eficiência [HISATUGU]. Outra importante vantagem do IPv6 é que ele foi projetado para suportar mobilidade. Assim ele deve prover mecanismos para que um nó possa mudar de uma sub rede para outra de forma transparente para o usuário [PERKINS e JOHNSON 1996] [CÂMARA e RODRIGUES 1998] [KYNTÄJÄ 1996].

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre diferentes mecanismos de gerenciamento hierárquico de mobilidade no IPv6 Móvel. Os resultados foram obtidos através de simulação, sendo utilizado o Network Simulator e módulo Mobiwan, que fornece o suporte básico a mobilidade do IPv6. Foram implementados os protocolos, Hierarchical Mobile IPv6 [SOLIMAN, CASTELLUCCIA, EL-MALKI e BELLIER 2001] e Mobility Management Architecture proposto em [KATO, TAKECHI e ONO 2001]. Nos próximos tópicos serão apresentados uma breve descrição dos protocolos simulados, a análise dos resultados e por fim a conclusão.

## 2. Mobile IPv6

O protocolo IPv6 móvel (MIPv6) foi desenvolvido para permitir que nodos IPv6 se deslocassem de uma sub-rede IP para outra, sendo apropriado para mobilidade em sub-redes homogêneas e heterogêneas. O IPv6 móvel facilita o movimento dos nodos de um segmento *Ethernet* para outro, assim como de um segmento *Ethernet* para uma célula WAN. Este protocolo permite que um nó móvel comunique-se com outro nó,

estacionário ou móvel, após mudar seu ponto de ligação de uma sub-rede para outra, e sem mudar seu endereço IPv6.

No IPv6 móvel, o qual provê mais flexibilidade para novas funções e serviços, cada nó móvel (MN) é identificado por um único endereço independente do seu ponto de attachment na Internet. Este endereço é chamado de *home address* e representa o endereço IPv6 fixo do MN na sua rede de origem.

Quando o MN se move de um domínio para o outro, entrando em uma rede estrangeira, ele adquire um novo endereço, chamado de *Care-of-address* (CoA) que é obtido através de um mecanismo de autoconfiguração. Este pode ser por *stateful*, onde o endereço é adquirido por um mecanismo tal como DHCP (Dynamic Host Control Protocol) ou por *stateless* onde o endereço é obtido através da junção do identificador único do MN com o prefixo da rede que é extraído de mensagens de advertência (*Router Advertisement*) enviadas pelos roteadores próximo ao MN. Este mecanismo é mostrado na Figura 2 [HEISSENHUBER e FRITSCHÉ 2002].

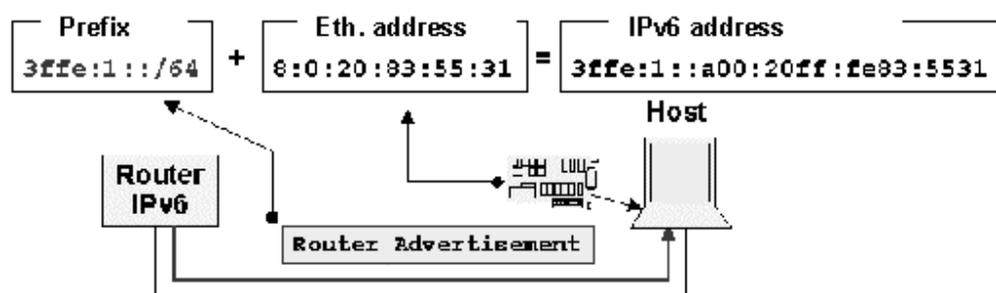


Figura 2. Stateless Autoconfiguration

Então o MN envia uma mensagem *binding update* (BU) para seu *home agent* (HA) para fazer a associação do seu *home address* com seu novo CoA. O HA registra esta mensagem em seu cache (*binding cache*). A partir deste ponto o HA trabalha como um *proxy* para o MN até sua entrada de *binding* expirar ou o MN voltar para sua rede de origem. Assim, o HA intercepta qualquer pacote endereçado para o *home address* do MN e os encaminha para o CoA do MN através de tunelamento, usando encapsulamento IPv6. O MN também envia mensagens de *binding update* para os nós correspondentes (CN) com os quais estiver se comunicando. Após o CN receber esta mensagem ele pode enviar mensagens diretamente para o MN [KYNTÄJÄ 1996] [CÂMARA e RODRIGUES 1998].

A possibilidade de enviar um BU para os CNs evita o problema de triangulação encontrado na versão anterior do IP. No IPv4 móvel toda vez que um CN enviava uma mensagem para o MN, e este estivesse em uma rede estrangeira, a mensagem era endereçada para o *home address* do MN. O HA interceptava esta mensagem e a encaminhava para o MN via tunelamento. O MN desencapsulava a mensagem e respondia diretamente para o CN. Não era possível que o CN enviasse uma mensagem diretamente para o MN. Já no MIPv6 este problema foi resolvido. Assim, quando o CN quer enviar uma mensagem para o MN, ele consulta seu *binding cache*. Se existir a entrada para o MN, o CN envia a mensagem diretamente. Porém, se a entrada não existir, o CN envia a mensagem para o *home address* do MN, que será interceptada pelo

HA e encaminhada via tunelamento para o MN (Figura 3). Ao receber esta mensagem o MN envia um BU para este CN, que então pode enviar mensagens diretamente para o MN (Figura 4).

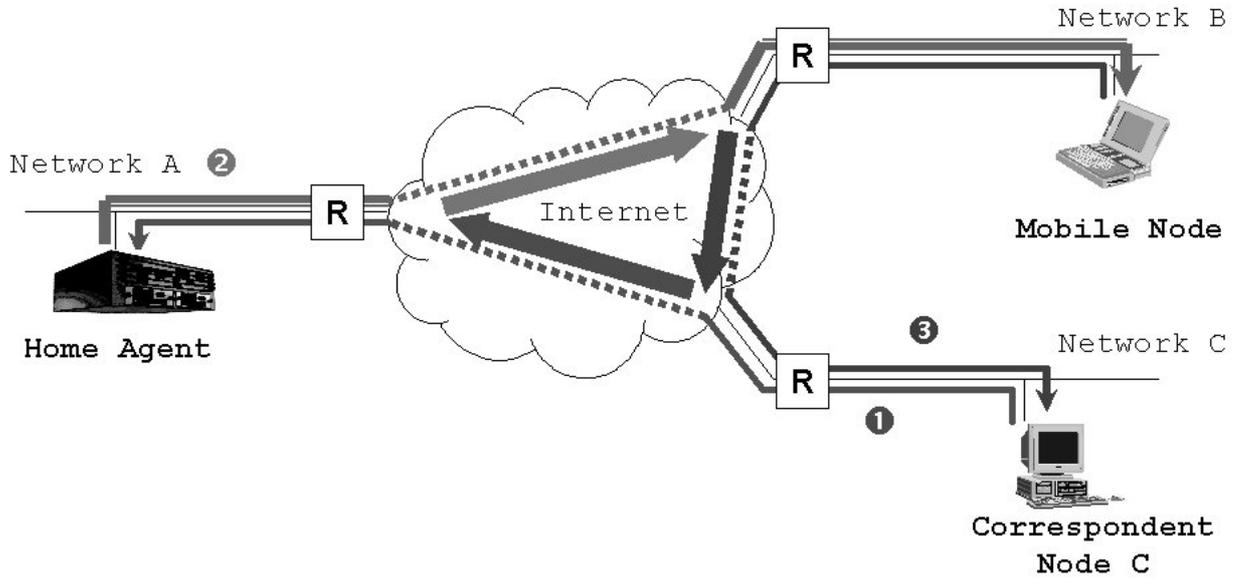


Figura 3. Roteamento triangular durante a fase inicial

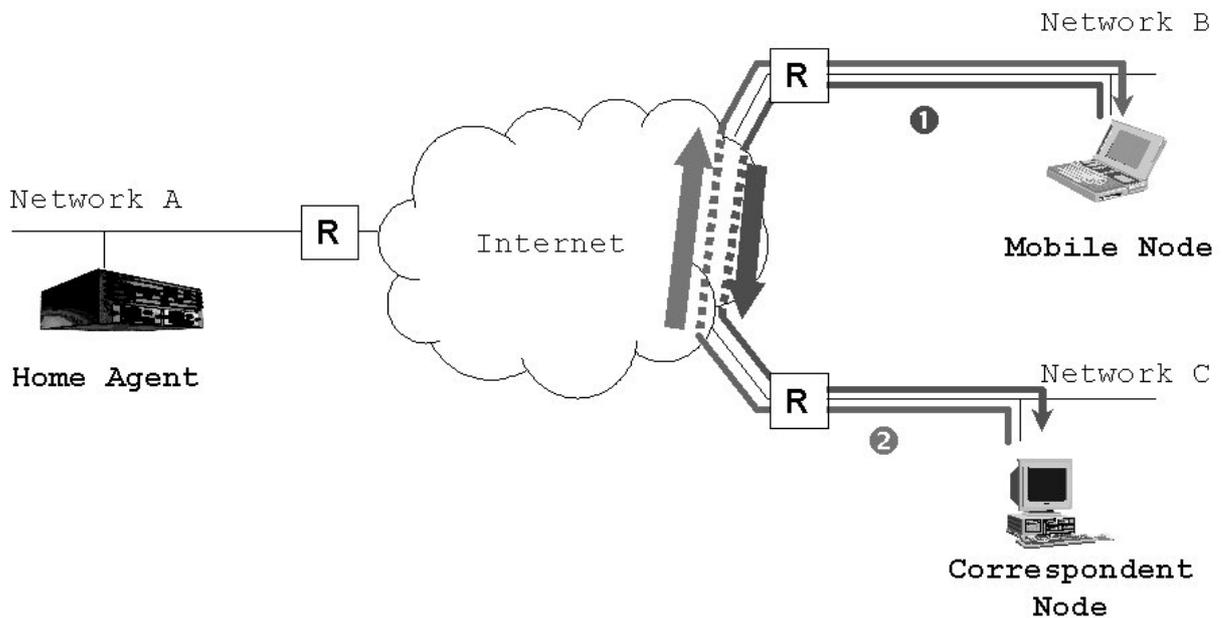


Figura 4. Operação normal de roteamento

### 3. Hierarchical Mobile IPv6

Para retificar a falha no MIPv6, Castelluccia propôs o protocolo HMIPv6 [CASTELLUCCIA 1998] onde mobilidade local e mobilidade global são gerenciadas separadamente. O HMIPv6 foi consolidado no Internet draft *Hierarchical MIPv6 mobility management* (HMIPv6) [SOLIMAN, CASTELLUCCIA, EL-MALKI e

BELLIER 2001], que utilizou uma terminologia alternativa, a qual será utilizada neste documento.

O HMIPv6 é uma extensão do suporte a mobilidade original do IPv6 (MIPv6). Existem poucas modificações no MIPv6, sendo a principal a introdução de um novo agente, o Mobility Anchor Point (MAP), que é um roteador que provê um gerenciamento hierárquico da mobilidade e com isso minimiza o tempo de latência dos *handoffs* e a perda de pacotes.

Um *site* (ex. rede ISP, uma rede de um campus ou de uma empresa) define um espaço de endereçamento para os MNs que estão o visitando. Sob seu domínio, podem coexistir um ou mais MAPs. Entretanto, os pontos de comunicação mais direta com o MN continuam sendo os ARs, cuja função é fornecer acesso aos nós móveis visitantes e viabilizar a comunicação entre o MAP e os MNs.

Uma característica importante que leva este mecanismo a ter um melhor desempenho que o MIPv6, é o padrão de mobilidade dos usuários. Segundo [KIRBY 1995], a maioria dos usuários se movem localmente em seu *site* de origem, ou em um *site* estrangeiro que poderia ser, por exemplo, a rede de um campus.

### 3.1. Funcionamento

Quando o nó móvel entra no domínio de um MAP, ele se conecta a um AR e obtém um *regional care-of-address* (RCoA) do domínio MAP e um *link care-of-address* (LCoA) do AR via *stateless autoconfiguration*. Então o MN envia uma mensagem de BU para o MAP. Esta mensagem, por sua vez, faz a associação entre o RCoA e o LCoA. Esta associação é armazenada no *binding cache* do MAP. O MN também envia mensagens de BU para seu HA e seus CNs, com o objetivo de realizar a associação entre o *home address* do MN e o RCoA. Se o MN estiver comunicando com CNs locais, ele também envia um BU para estes, associando seu *home address* com seu novo LCoA. O funcionamento do MAP é semelhante ao HA: o MAP intercepta os pacotes endereçados para o RCoA do MN, originados do HA ou dos CNs e os encaminha via tunelamento para o LCoA do MN, usando encapsulamento IPv6. Desta forma, quando o MN se desloca dentro deste domínio MAP (mobilidade local) ele muda seu ponto de acesso e troca apenas seu LCoA e portanto não precisa enviar mensagens de BU para o HA e seus CNs pois o RCoA não foi trocado. O MN envia um BU somente para o MAP, para fazer a associação do seu novo LCoA com o RCoA.

Como resultado o MN somente precisa enviar mensagens de BU para o HA e o CN quando ele troca de site (mobilidade global) (fig. 2) [KATO, TAKECHI e ONO 2001].

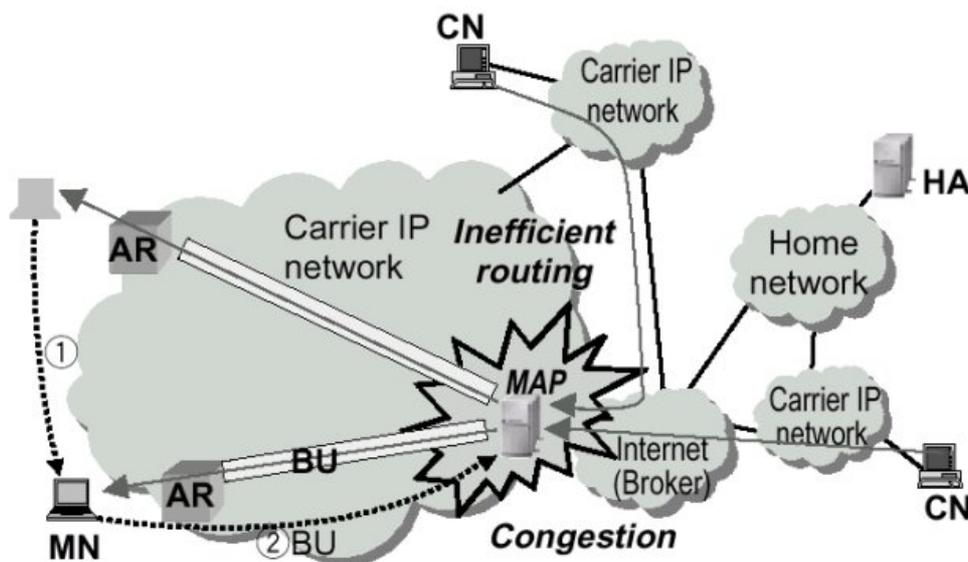


Figura 5. Gerenciamento Hierárquico de mobilidade – IETF

#### 4. Arquitetura de gerenciamento da mobilidade

Como visto, a solução proposta pelo IETF é eficiente na realização de rápidos *handoffs*, porém, esta sacrifica a otimização do roteamento, que é uma característica do IPv6 móvel. Foi proposto um mecanismo baseado no HIMPv6 que suporta rápidos *handoffs* sem sacrificar a otimização do roteamento [KATO, TAKECHI e ONO 2001]. Este esquema reduz o número de mensagens de BU enviadas para o HA e o CN em cerca de 20% e 60% se comparado com o mecanismo de gerenciamento de mobilidade original do IPv6 [KATO, TAKECHI e ONO 2001]. Desta forma este mecanismo pode ser usado em redes móveis de larga escala e prover comunicação entre redes fixas e móveis.

Esta proposta também diferencia mobilidade local de mobilidade global, e introduz novos conceitos, o *Gateway-Edge Nodes* (G-ENS) e o *Temporary Home Agent* (THA), para resolver os problemas existentes no MIPv6. A união destes novos componente permite um funcionamento semelhante ao MAP.

Quando um MN entra em um domínio THA ele se conecta a um AR deste domínio. O MN por sua vez adquire um *temporary care-of-address* (TCoA) do domínio do THA e um *on-link care-of-address* (LCoA) do AR. Após este processo o MN envia uma mensagem de BU para o THA, que faz a associação entre o TCoA e o LCoA. O THA grava esta associação em seu *binding cache*. O MN também envia mensagens de BU para seu HA e seu CN, para fazer a associação entre o seu *home address* e o seu TCoA [KATO, TAKECHI e ONO 2001].

O THA funciona como o HA, ou seja, o THA intercepta pacotes endereçados para o TCoA do MN, via G-EN e os encaminha através de tunelamento para o LCoA do MN, utilizando encapsulamento IPv6. Quando o G-EN recebe pacotes endereçados para o TCoA do MN originados do HA ou dos CNs, ele repassa o pacote para o THA e envia uma mensagem de *binding request* (BR) para o TCoA do MN. Então, o THA intercepta a mensagem de BR e registra um novo *binding* que indica a associação entre o *home address* do MN e o endereço do G-EN. O THA envia uma mensagem de BU para o G-EN para fazer a associação entre o TCoA e o LCoA do MN. Assim, após o G-EN

armazenar esta associação em seu *binding cache*, ele pode enviar pacotes diretamente para o MN, sem precisar passar pelo THA [KATO, TAKECHI e ONO 2001].

Quando o MN se move dentro do mesmo domínio THA (mobilidade local), ele não troca de THA, ele apenas troca seu LCoA, pois muda de AR. Então, quando isto ocorre, o MN envia um BU para o THA para fazer a associação do TCoA e o novo LCoA do MN. Após receber o BU, o THA envia um BU para o G-EN, para que ele continue enviado pacotes diretamente para o MN. O MN somente envia mensagens de BU para o HA e seus CNs quando ele sai de um domínio e entra em outro (mobilidade global), assim como mostrado na Figura 6.

Neste artigo, refere-se a esta arquitetura como AMIPv6, por razões de simplificação de nomenclatura.

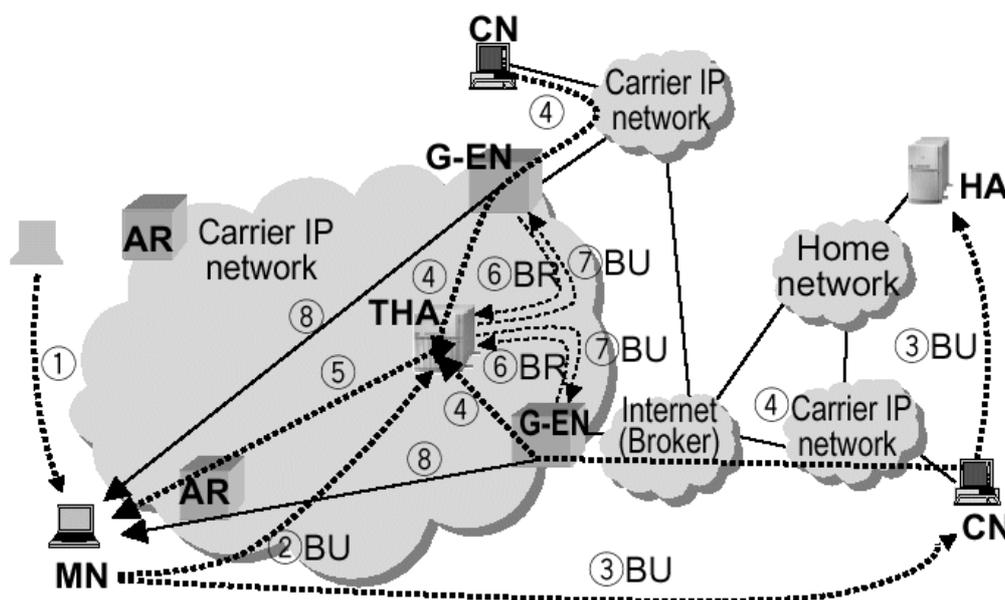


Figura 6. Arquitetura de gerenciamento de mobilidade – Fujitsu

## 5. Resultados de Simulação

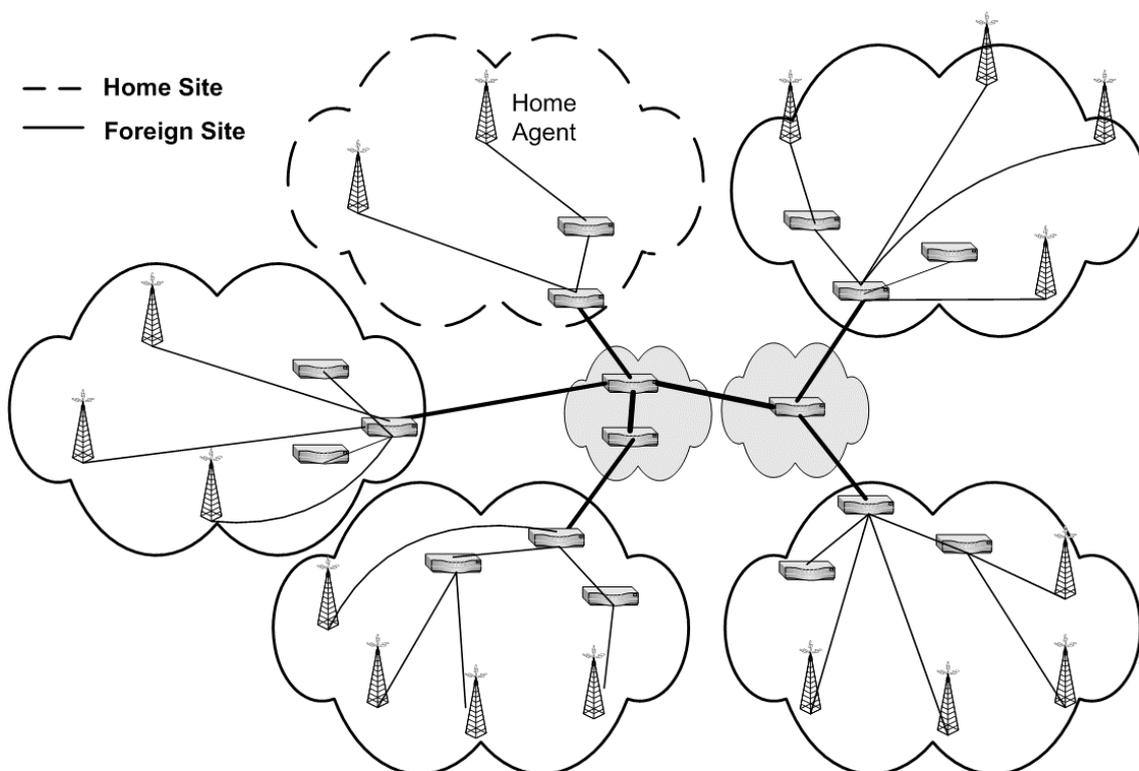
Para a avaliação dos protocolos de gerenciamento de mobilidade, faz-se necessário o uso de um simulador de rede. Neste trabalho, o Network Simulator foi escolhido para a implementação dos algoritmos necessários e para executar as simulações. Esta escolha deve-se, principalmente, ao fato de que o módulo Mobiwan, que simula o funcionamento básico do MIPv6, foi implementado para este simulador.

### 5.1. Ambiente de Simulação

O módulo Mobiwan permite a criação de uma larga topologia, podendo ser organizada em vários *sites*. Cada *site* pertence a um domínio administrativo e é ligado a outros *sites* através dos roteadores de trânsito. Esta característica possibilita a mobilidade global (inter site), e a mobilidade local (intra site).

Para realizar as simulações, foi criada uma topologia dividida em dois domínios administrativos e cinco *sites*. Cada *site* contém roteadores de borda (Border Routes -

BR), roteadores internos ao *site* (Site Routes - SR) e estações bases que também têm a função de ARs (Figura 7).



**Figura 7. Topologia**

É utilizado apenas um MN, cujo movimento é gerado pelo comando “setdest” do simulador, sendo a velocidade limitada a um intervalo de 0 a 10 m/s. A um intervalo determinado de tempo, ele se movimenta de um site a outro. Foram utilizados a tecnologia 802.11 para a camada MAC e os valores padrões do NS-2 para as antenas, Link Layer (LL) e o meio sem fio.

Cada CN se localiza em um site, sendo o mesmo um Site Router. As simulações em que o número de CNs não varia possuem dois deles, um no Home Site e outro no Foreign Site. Foi utilizado tráfego de taxa constante (Constant Bit Rate - CBR) com pacotes de 1024 bytes a 5Kbits/s.

Na implementação da topologia do HMIPv6, existe um agente MAP em cada site, sendo este localizado em um Site Router. Já no AMIPv6, os agentes THAs encontram-se, também, em um Site Router, enquanto os G-ENs se situam em um Border Router. Apenas um THA e um G-EN existem em cada site.

Para todos os protocolos, foi utilizado o handoff suave (smooth handoff), que é o envio de BUs para o AR ao qual o MN estava atachado anteriormente à nova aquisição de CoA (ou LCoA) e, no caso do HMIPv6 e AMIPv6, também para o gerente de mobilidade local (MAP e THA) anterior.

O tempo total de simulação é de 600 segundos, sendo o intervalo de permanência nos sites de 150 segundos.

Cada simulação foi realizada 33 vezes, sendo alterada a semente de geração de números aleatórios a cada uma delas.

## 5.2. Métricas

Variações em alguns parâmetros foram realizadas, com fins de relacionar tais parâmetros com algumas métricas utilizadas. Tais variações são a velocidade do MN, o número de CNs comunicando com o mesmo, e a taxa de dados enviados.

Para a velocidade do MN, um arquivo de movimento gerado pelo comando “setdest” do simulador foi utilizado, sendo alterado para comportar uma velocidade constante, mantendo sempre a mesma trajetória, quando tal velocidade variasse.

Os sites pelos quais o MN transita são enumerados de 1 a 5, sendo 1 o Home Site, pelo qual o MN não transita. Para o número de CNs igual a 1, o mesmo se encontra no site 2. Para número de CNs igual a  $i > 1$ , existe um CN nos sites de 1 a  $i$ .

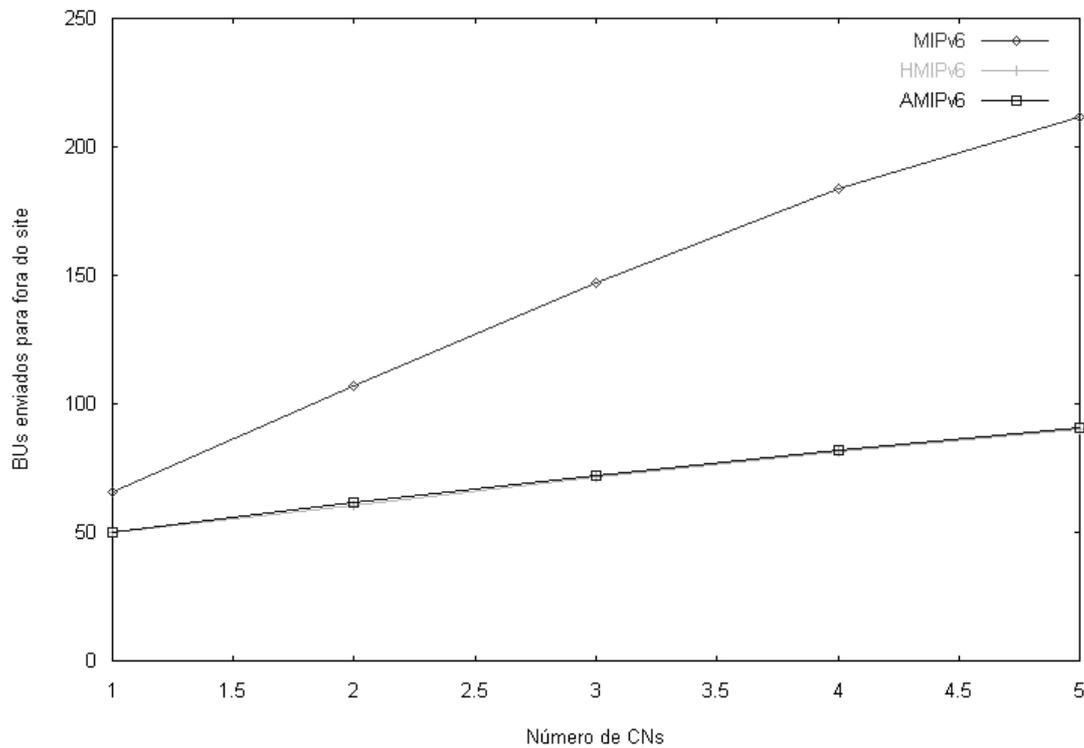
A taxa de dados é configurada no gerador de tráfego CBR (Constant Bit Rate), com o objetivo de gerar um maior tráfego na rede.

As métricas utilizadas para comparação entre os três protocolos analisados foram o número de BUs enviados para fora do site, considerando que estes têm um maior peso na rede; a média do número de hops e do delay que os pacotes levavam para atingir o MN.

Também foi comparado o tráfego existente no nodo de gerência de mobilidade local (MAP no HMIPv6 e THA no AMIPv6) nos dois protocolos em que tal nodo existe.

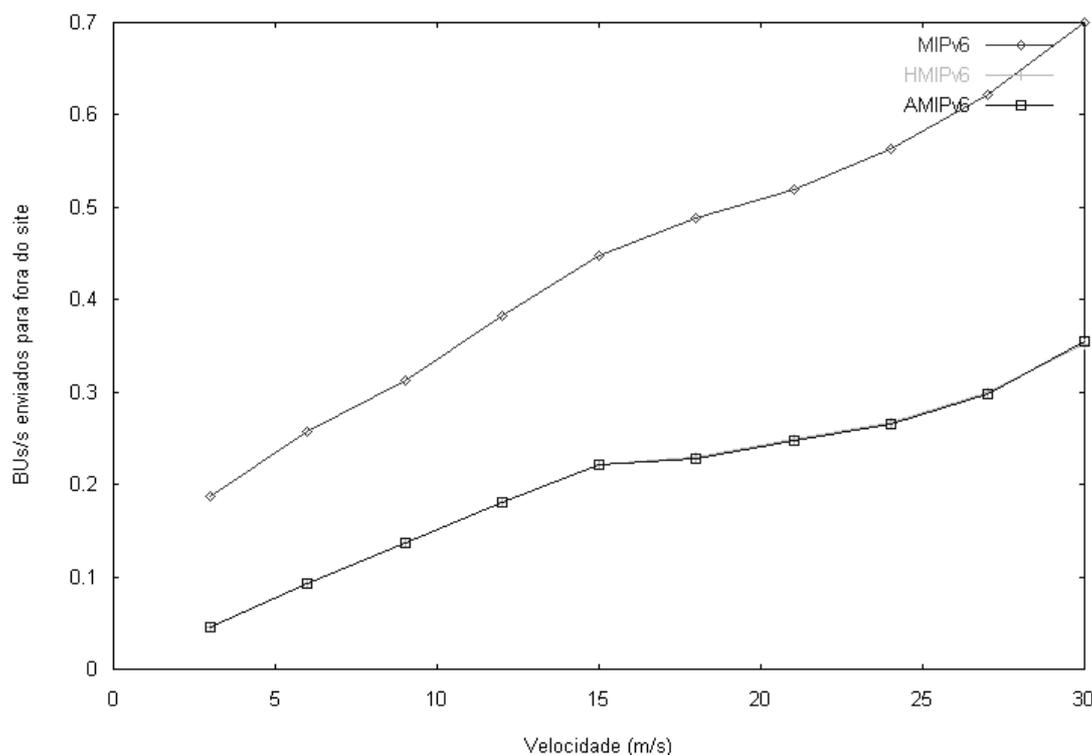
## 5.3. Resultados

O gráfico na Figura 8 apresenta o número de BUs enviados pelo MN para fora do domínio do site em relação ao número de CNs comunicando-se com o MN. O número de mensagens enviadas cresce proporcionalmente ao número de nodos em comunicação com o nó móvel. Entretanto, tal crescimento difere entre os protocolos analisados. Enquanto o HMIPv6 e o AMIPv6 têm um comportamento idêntico, o mesmo não vale para o MIPv6. A redução promovida pelos dois protocolos anteriores deve-se ao fato destes não enviarem BUs quando há somente mobilidade local, o que, em nossa simulação, representa a maior parte da mobilidade do MN.



**Figura 8. BUs enviados para fora do site X Número de CNs**

O gráfico na Figura 9 mostra o número de BUs (por segundo) enviados pelo MN para fora do site em relação à velocidade do MN em metros por segundo. Observa-se que o comportamento do HMIPv6 e do AMIPv6 são idênticos. O comportamento do protocolo MIPv6 tem um crescimento superior, pois o mesmo não possui gerência de mobilidade local, acarretando num maior número de BUs a cada troca de AR, o que ocorre mais vezes num dado intervalo de tempo à medida que a velocidade aumenta.



**Figura 9. BU/s por segundo enviados para fora do site X Velocidade**

A Tabela 1 mostra o número médio de hops para um pacote atingir seu destino (do CN ao MN), para cada protocolo analisado. O protocolo HMIPv6 possui uma média superior a dos demais protocolos, pois, neste, os pacotes originados de fora do site estrangeiro, no qual o MN se encontra, são endereçados ao RCoA, sendo, então, roteados até o MAP, que os intercepta e os encaminha via tunelamento para o MN. Desta forma, os pacotes trafegam por mais hops que enquanto utilizando o protocolo MIPv6. O AMIPv6 recupera a otimização da rota, já que o G-EN é capaz de encaminhar ao MN os pacotes endereçados ao RCoA.

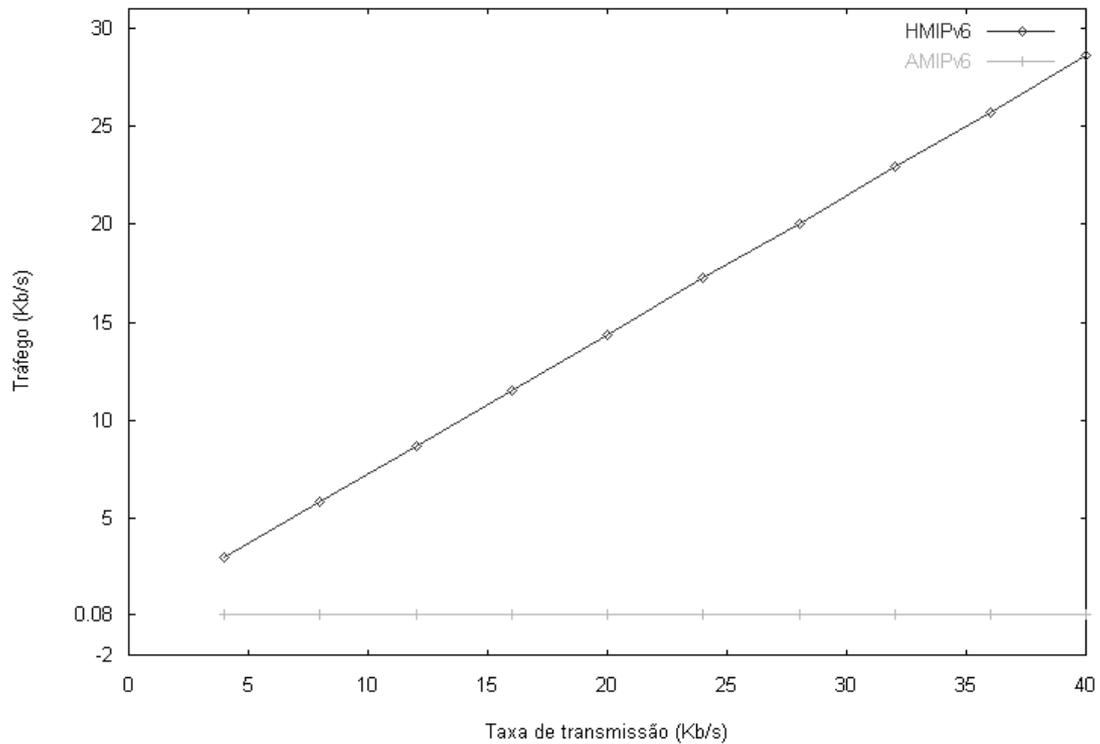
Na Tabela 1 também se pode visualizar o atraso médio dos pacotes para alcançar o MN. A diferença entre os protocolos se deve à diferença do número médio de hops entre eles. Tal diferença promoveu maior atraso no protocolo HMIPv6, pois o mesmo elimina a otimização de rede oferecida pelo IPv6.

**Tabela 1. Número de hops e atraso fim-a-fim**

Protocolo	Hops	Atraso
MIPv6	5.4748	0.0174
HMIPv6	7.4990	0.0190
AMIPv6	5.4884	0.0177

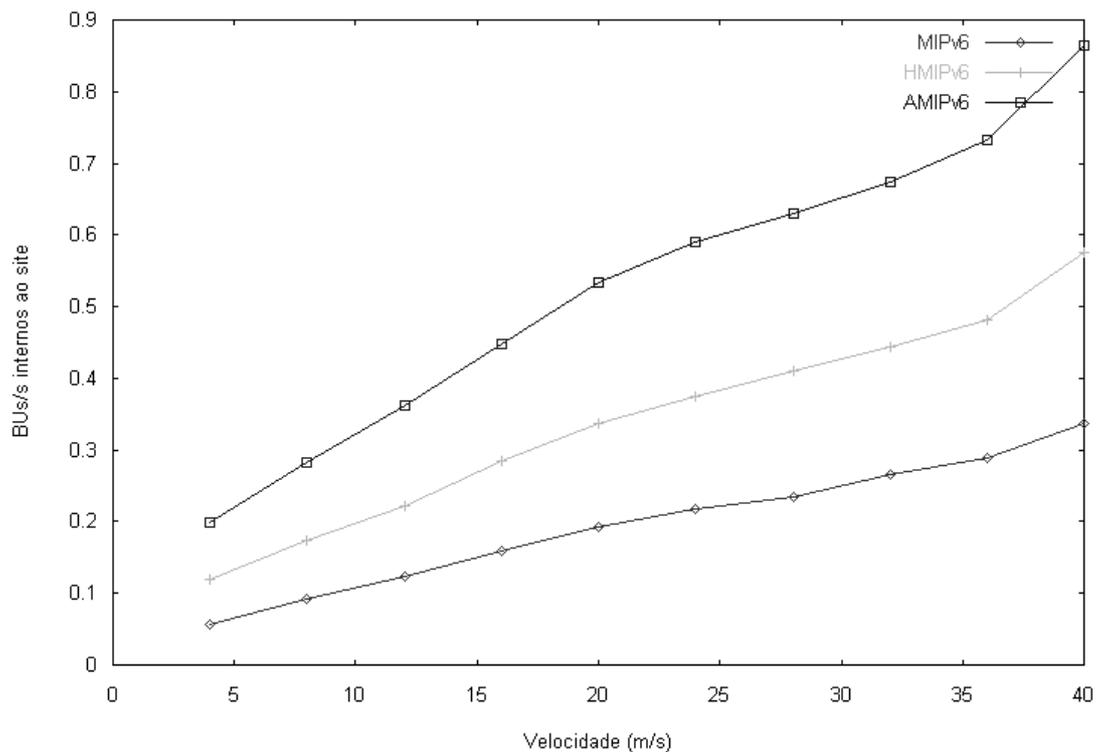
O gráfico na Figura 10 apresenta o tráfego em Kbits/s no nodo de gerência de mobilidade local em relação à taxa de envio de dados (em Kbits/s) do CN em comunicação com o MN. Nota-se que tal tráfego quando da utilização do protocolo AMIPv6 é quase constante, sendo justificado apenas pelas mensagens de controle enviadas para e originadas deste nodo. Isto se deve ao fato da rota do tráfego não incluir necessariamente o THA, como acontece com o HMIPv6 que exige que todo o tráfego de

dados originados de fora do site endereçados ao MN passe pelo MAP. Daí, o crescimento de tal tráfego à medida que a taxa de transmissão varia.



**Figura 10. Tráfego no gerente de mobilidade X Taxa de transmissão do CN**

O gráfico na Figura 11 mostra o número de BUs (por segundo) enviados internos ao site em relação à velocidade do MN em metros por segundo. O protocolo MIPv6 obteve o menor número e crescimento de BUs/s pois não distingue mobilidade local de global, não utilizando, portanto, BUs para realizar a gerência local. Já o HMIPv6, por oferecer esta gerência, apresenta um número e crescimento de BUs/s maior que o MIPv6. O protocolo AMIPv6, ao exigir o envio de BUs do gerente de mobilidade (THA) ao G-EN, obteve o maior número e crescimento de BUs/s.



**Figura 11. BU/s internos ao site X Velocidade**

## 6. Conclusões

Apesar do MIPv6 possibilitar novos serviços e aplicações, devido a suas características, ele trata apenas a mobilidade de forma global, sem prover um suporte à mobilidade local. Desta forma, BUs são enviados para o *home agent* e para os nós correspondentes cada vez que o MN muda seu roteador de acesso, introduzindo uma carga extra na Internet. Como resultado, o crescimento do número de MNs causaria um imenso crescimento de carga de sinalização, o que torna o MIPv6 não escalável.

Para solucionar este problema existem algumas propostas que têm como meta reduzir a carga de sinalização utilizada no MIPv6, ou seja, reduzir o número de BUs enviadas para o HA e para os nós correspondentes. Estas propostas são o HMIPv6 e o AMIPv6.

O HMIPv6 propôs um mecanismo que diferencia mobilidade local de mobilidade global, permitindo uma significativa redução na quantidade de mensagens de BU enviadas para os CNs e o HA. Exatamente como o MIPv6, esta solução é independente da tecnologia de acesso.

Porém, este mecanismo apresenta uma desvantagem: todos os pacotes externos são enviados via tunelamento do MAP para o MN, ou seja, todos os pacotes com destino para o MN trafegam via MAP para alcançar seu destino. Assim, se o domínio é muito pequeno, é provável que não ocorram problemas. Mas se é uma rede pública de larga escala, este ineficiente mecanismo de roteamento causa deteriorização do QoS e também alto congestionamento no MAP e assim a otimização do roteamento é sacrificada.

O AMIPv6 reduz a quantidade de mensagens de BU enviadas para o HA e o CN sem sacrificar a otimização do roteamento nem promover o congestionamento do gerente de mobilidade local (THA). Embora produza maior número de mensagens de BU no domínio d um site, a carga gerada por tais mensagens é insignificante em relação à carga adicional existente no HMIPv6. Assim, esta arquitetura é a proposta mais apropriada para gerência de mobilidade em redes móveis IPv6.

## Referência

CÂMARA, D. e RODRIGUES, R. C. (1998) "*Suporte a Mobilidade no IPv6*", Universidade Federal de Minas Gerais.

Disponível em [http://www.dcc.ufmg.br/~danielc/ipmovel/sem1\\_cm2.html](http://www.dcc.ufmg.br/~danielc/ipmovel/sem1_cm2.html)

CASTELLUCCIA, C. (1998) "*A Hierarchical Mobile IPv6 Proposal*", In. Rapport Technique, INRIA Rhone-Alpes.

COMPAQ COMPUTER CORPORATION. "*A Core Building Block for Next-Generation Networks*",

DEERING, S. e HINDEN, R. (1998) "*Internet Protocol Version 6 (Ipv6) Specification*", In. Internet-Draft, RFC 2462, IETF.

HEISSENHUBER, F. e FRITSCHKE, W. (2002) "*Mobile IPv6 - Mobility support for the Next Generation Internet*", In. IPv6 Forum, White Paper.

HISATUGU, W. H. "*IPv6 Princípios e Fundamentos*", WirelessBR.

Disponível em <http://sites.uol.com.br/helyr/ipv61.html>

KATO, T.; TAKECHI, R. e ONO, H., (2001) "*A Study on Mobile IPv6 Based Mobility Management Architecture*". *Fujitsu Scientific & Technical Journal, Japan*, v. 37, n. 1, p. 65 71.

KIRBY, G. (1995) "*Locating the User*", Communication International.

KYNTÄJÄ, T. (1996) "*Mobility Support in Ipv6*", In. HUT Internetworking Seminar, Helsinki University of Technology.

Disponível em [http://www.tcm.hut.fi/Opinnot/Tik-110.551/1996/mob\\_ipv6.html](http://www.tcm.hut.fi/Opinnot/Tik-110.551/1996/mob_ipv6.html)

PERKINS, C. E. e JOHNSON, D. B. (1996) "*Mobility Support in IPv6*", In. MOBICOM'96,

SOLIMAN, H., CASTELLUCCIA, C., EL-MALKI, K. e BELLIER, L. (2001) "*Hierarchical MIPv6 mobility management (HMIPv6)*", In. Internet-Draft, draft-ietf-mobileip-hmipv6-05.txt, IETF.