

## Seleção de redes sem fio heterogênea

João Paulo Moraes Lima Castro<sup>1</sup>, Claudio de Castro Monteiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Sistemas para internet – IFTO. e-mail: jpfisica3@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Eng. Elétrica – IFTO. E-mail: ccm@ifto.edu.br

**Resumo:** Este artigo demonstrará o estudo durante seis meses de um tema ainda novo que é a seleção de redes sem fio. Serão demonstrados alguns algoritmos para seleção adequada de redes sem fio em terminais móveis. Esses algoritmos são baseados em diversos critérios, alguns têm como principal critério a largura de banda, outros a intensidade do sinal RSS e outros o custo da utilização da rede. Dos algoritmos estudados, um foi escolhido para ser implementado em uma planilha do excel, onde será feita seleção de rede entre 3G e Wlan.

**Palavras-chave:** handover, seleção, wlan, wireless, algoritmos, vertical, RSS, custo, QoS, vertical, horizontal, UMTS, 3G, HSDPA.

### 1. INTRODUÇÃO

O uso de comunicação sem fio vem sendo cada vez mais ampliado. E essa crescente demanda incidiu no aumento do desenvolvimento tecnológico voltado para a comunicação de dados sem fio. Essa rapidez no desenvolvimento tecnológico, fez com que surgissem muitas tecnologias de redes sem fio, como: WLAN, WWAM, WIMAX, 3G(WCDMA), HSDPA, LTE( 4G ). Portanto a implantação dessas diversas tecnologias de acesso sem fio, fez com que a qualidade e disponibilidade de serviços para o usuário sejam muito maiores.

As tecnologias de comunicação sem fio estão aumentando com o objetivo de melhorar a qualidade de serviço ao usuário. Para que se tenha um melhor aproveitamento dessa heterogeneidade de comunicação ou tecnologias sem fio, é preciso que existam dispositivos móveis que sejam capazes de conectarem-se entre diferentes redes. Para que dispositivos móveis sejam capazes de trocarem de link entre redes sem fio heterogêneas (tecnologia diferente) é preciso que nesses mesmos sejam implementados algoritmos de decisão Handover. No decorrer da leitura deste artigo serão mostrados conceitos de vários termos.

### 2. Referencial teórico

Handover é a troca entre diversas células de uma mesma rede ou entre diferentes tecnologias de redes sem fio, feita pelo dispositivo móvel. Para o gerenciamento do handover é necessário a implementação de algoritmos de decisão handover, que irão verificar através de critérios( largura de banda, custo, latência, potência de sinal RSS...) a melhor escolha para seleção de uma determinada célula ou rede sem fio.

O handover pode ser classificado em dois tipos diferentes, que são:

- Handover vertical: é a troca feita por um terminal móvel de um link de rede de uma determinada tecnologia por outro link de rede de outra tecnologia.
  - a. WLAN → UMTS
- Handover horizontal: é a troca de uma determinada rede por outra de mesma tecnologia.
  - a. WLAN → WLAN

Existem diversos fatores de decisão que irão determinar o momento que acontecerá o handover, ou seja, a troca de um link de rede por outro. Esses fatores são baseados também em características da rede alvo.

- Fatores de decisão handover:
  - Critérios de decisão: os critérios de decisão são compostos pelas seguintes exigências:
    - Preferências de usuários;

- Condições de rede ( RSS, largura de banda, cobertura, custo, QoS e etc... );
- Aplicação de requisitos;
- Capacidade de terminais;
- Políticas;
- Algoritmos;
- Controle de acesso;

Para uma decisão vertical handover ( troca de link entre diferentes tecnologias sem fio) ou seja uma VHD( Vertical handover decision ), é preciso medir e calcular diversos parâmetros de rede e de preferências de usuários. Esses parâmetros de rede podem ser observados na imagem abaixo:

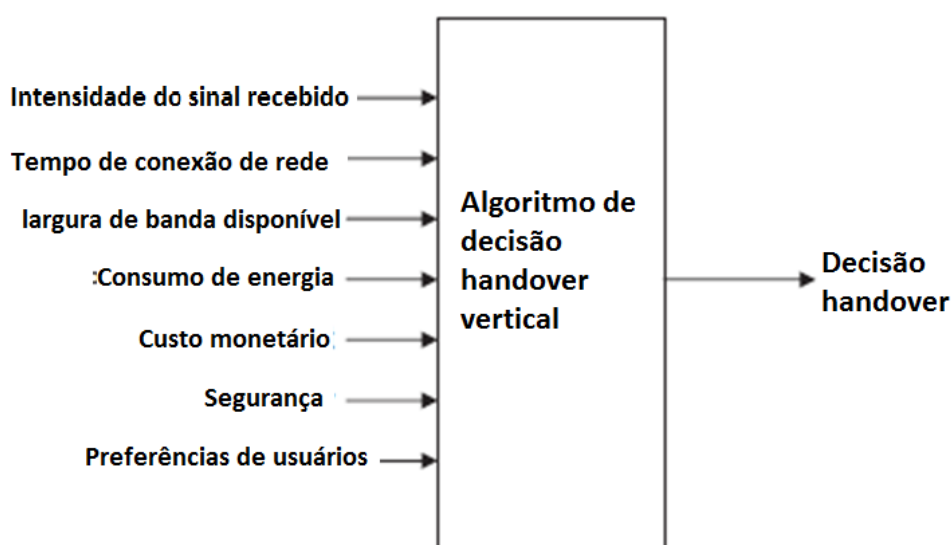


Figura.1: descrição usado por [YAN, XIAOHUAN; S\_EKERCIOG˘LU, Y. AHMET; NARAYANAN , SATHYA el.2010]

Figura 1 - Vemos que através desses diversos parâmetros, o algoritmo responsável pela decisão handover analisará os dados calculados e fará o handover de acordo com a comparação feita entre os dados da rede que está em uso pelo dispositivo móvel e os dados da rede alvo.

Além de critérios de decisão handover, existem também as políticas de decisão, que representam a influência da rede em quando e onde o handover ocorre, diferente dos critérios de decisão que ajudam na escolha do acesso de qual rede deve ser escolhida através da análises dos parâmetros de rede.

Uma política tradicional de decisão handover baseia-se no RSS, onde será verificada potência de sinal, comparando o nível de sinal atual da rede em uso com o sinal da nova rede alvo a ser escolhida. Os valores de RSS podem ser comparados com outros valores limiares junto com a potência atual.

## 2.1. Estratégias de handover

Em uma decisão handover podemos levar em consideração diversos fatores, podemos também dar mais importância à apenas alguns parâmetros, por exemplo, apenas potência de sinal ou largura de banda disponível. Quando certos critérios ou parâmetros são tidos como de maior influência na escolha da decisão vertical handover, separamos esses critérios por estratégias handover.

As principais estratégias de handover são:

- Decision function-based strategies (Estratégias baseadas em função de custo);

- É uma estratégia que leva em consideração o fator custo monetário, onde a decisão é baseada no resultado de uma função de custo que tem como parâmetros: largura de banda; consumo de energia; custo monetário. Mínima interferência do usuário.
- User-centric Strategies (estratégias centradas no usuário);
  - Nessa estratégia de handover, as preferências de usuários em termos de custo e QoS, é a política de parâmetros principais para a decisão.
- Fuzzy logic and neural networks based strategies (FL/NN)
  - Essa estratégia lida com o uso de informações imprecisas, combina e avalia critérios simultaneamente, e tem um algoritmo que detecta a queda de sinal RSS e faz a decisão Handover.

## 2.2. Algoritmos VHD ( Vertical handover decision )

Os algoritmos VHD são vários e podem ser divididos em diversos tipos, dependendo dos parâmetros e estratégias utilizadas. Esses algoritmos se dividem em: Algoritmos baseados em largura de banda; algoritmos baseados em RSS; algoritmos baseados em função de custo; algoritmos de combinação.

Abaixo está um algoritmo baseado em nível de RSS:

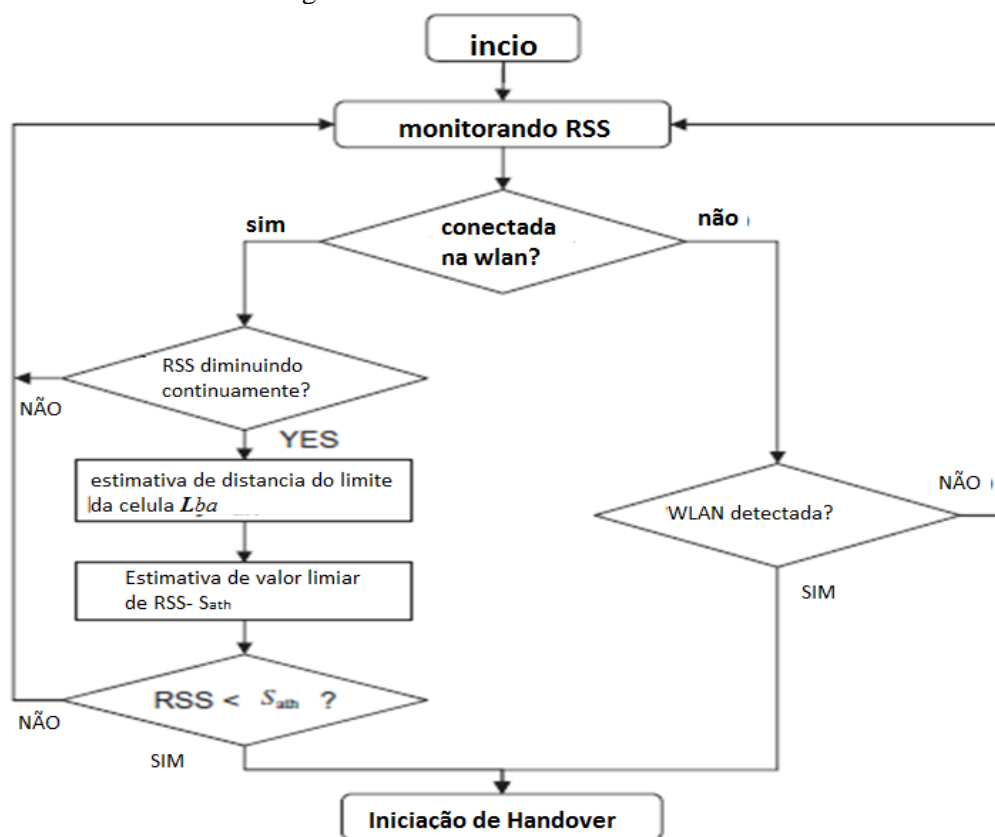


Figura 2: Mohanty and Akyildiz's VHD heuristic. [Mohanty and Akyildiz's VHD heuristic]

Figura 2 - Esse algoritmo acima nos mostra que o handOver acontece de acordo com o sinal RSS, vemos também duas variáveis,  $L_{ba}$  (que é um valor da mais curta distância entre o ponto no qual é iniciado handover e o limite da WLAN) e a  $S_{ath}$  que é um valor de RSS limiar dinâmico. Esse algoritmo é utilizado para handover entre 3G e WLAN.

Um outro algoritmo segue logo abaixo, mas esse leva em consideração o tempo de passagem do móvel na cobertura da rede WLAN, evitando assim Handovers desnecessários.

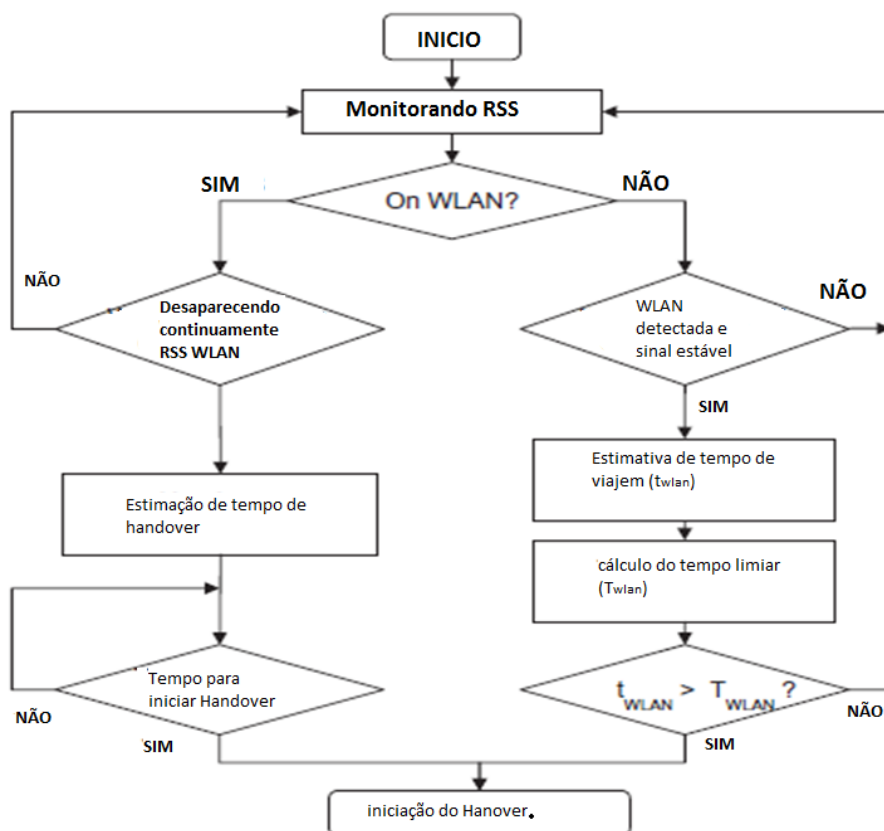


Figura 3: Algoritmo Yan et al.'s VHD heuristic.

Figura 3 - Nesse algoritmo acima vemos que possui o cálculo de valores como, o  $t_{wlan}$  (tempo de passagem do móvel pela rede) e  $T_{wlan}$  (um tempo limiar calculado), através desse sistema, vemos que diminui-se muito os problemas de handover desnecessários. Nesse algoritmo mostrado o handover é feito entre células de rede WLAN.

### 3. PROPOSTA

Com o estudo dos algoritmos handover entre redes 3G e WLAN, encontraremos diversas variáveis utilizadas para uma escolha adequada de tal rede. A proposta deste artigo é a implementação de um algoritmo baseado em valores de QoS. Nesse tópico abordaremos a implementação do algoritmo da fig.3.

#### 3.1. Implementação de algoritmo baseado em sinal de RSS e tempo de viagem.

Nessa parte do artigo será demonstrado em uma planilha do excel o funcionamento e algumas variáveis utilizadas no algoritmo. Nessa implementação eu utilizarei o algoritmo da Fig.4, mas com algumas alterações que foram feitas para que acontecesse o handover entre WLAN e 3G dados. Levará em conta também a potência do sinal como principal parâmetro, e logo depois da análise do sinal irá ser comparado o tempo de passagem do móvel dentro de uma rede, tanto 3G como WLAN.

A planilha feita é dividida em duas colunas, uma corresponde aos parâmetros da 3G e a outra aos parâmetros da WLAN. Quando inserido os valores dos parâmetros, o algoritmo irá verificar quem tem o maior sinal RSS, logo depois ele irá verificar se a WLAN está conectada ou não, depois verificará se o  $t_{wlan}$  (tempo que o móvel está dentro da cobertura da rede sem fio) ou  $t_{3G}$  (tempo que o móvel está dentro da cobertura 3G) é maior que o  $T_{limiar}$  (tempo limiar definido pelo sistema), satisfazendo essa verificação, será analisada o estado do sinal RSS e calculado o tempo do handover, no caso só irá

ser feito o handover, se o sinal estiver estável e o tempo de handover for menor igual ao Tlimiar definido pelo sistema.

Foram colocadas duas verificações para seleção, a Rede selecionada\_1 e a Rede selecionada\_2, na primeira são levadas em consideração todos os parâmetros e condições explicadas no parágrafo anterior, já na segunda estão tendo apenas como parâmetros para decisão handover: RSS, t3G, tWLAN, Tlimiar e tempo de handover.

A seguir tem a fórmula utilizada respectivamente nas duas formas de seleção:

#### **Rede selecionada\_1:**

```
SE ((RSS_3G>RSS_WLAN e WLAN=="ON") ou (RSS_3G>RSS_WLAN e WLAN=="off" ))
  INICIO
    SE ((t3G>Tlimiar) e ((Tempo_handover/60)<Tlimiar) e (sinal_estável=="sim"))
      INICIO
        retorna "3G"
      FIM
    SE NÃO
      INICIO
        retorna "WLAN"
      FIM
  FIM
SE ((RSS_WLAN>=RSS_3G) e (WLAN=="off")) ou ((RSS_WLAN>RSS_3G) e WLAN=="ON" ))
  INICIO
    SE ((twlan>Tlimiar) e ((Tempo_handover/60)<Tlimiar) e (sinal_estável=="sim"))
      INICIO
        retorna "WLAN"
      FIM
    SE NÃO
      INICIO
        retorna "3G"
      FIM
  FIM
```

#### **Rede selecionada\_2:**

```
SE (RSS_3G> RSS_WLAN)
  INICIO
    SE((t3G>Tlimiar) e ((tempo_handover/60)<Tlimiar))
      INICIO
        retorna "3G"
      FIM
    SE NÃO
      INICIO
        retorna "WLAN"
      FIM
  FIM
SE (RSS_WLAN>=RSS_3G)
  INICIO
    SE((twlan>Tlimiar) e ((tempo_handover/60)<Tlimiar))
      INICIO
        retorna "WLAN"
      FIM
    SE NÃO
      INICIO
        retorna "3G"
      FIM
  FIM.
```



	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Handover entre 3G e Wlan</b>						
2							
3							
4			Wlan?	off			
5		3G			WLAN		
6	RSS	30			31	RSS	
7	t3G(min)	10			10	twlan(mim)	
8	Tlimiar(min)	2			2	Tlimiar(mim)	
9	tempo/handover(seg)	60			70	tempo/handover(seg)	
10	sinalestável?	sim			não	sinalestável?	
11							
12	Rede selecionada_1		3G				
13	Rede selecionada_2		WLAN				
14							
15	<b>Legenda</b>						
16	t3G	tempo de duração do móvel dentro da rede					
17	Tlimiar	Tempo limiar estimado.					
18	twlan	tempo de duração do móvel dentro da rede					
19							
20							

Figura 4 – Nessa imagem é demonstrado a planilha do excel, onde tem duas colunas, a da esquerda é referente a rede 3G e a da direita referente a rede WLAN, e logo abaixo temos as duas linhas que selecionam a rede correta através da comparação e verificação de parâmetros.

### 3.2. QoV-NS

Os métodos de seleção de redes sem fio usam formas de análise que envolve tanto a operadora de internet, como também o próprio móvel, fazendo com que a decisão handover seja feita de acordo com as informações da operadora como do móvel. Isso torna mais complexo e difícil a implementação de um algoritmo de decisão baseado no móvel e na rede da operadora, porque não se tem acesso às redes das operadoras.

Com a necessidade de se ter uma maior independência no momento de seleção da rede, sem ter que depender de qualquer operadora de rede, foi estudado um algoritmo de decisão handover que será o objeto desse trabalho, o QoV-NS [Monteiro, Cláudio, 2012]. Esse algoritmo é independente de operadoras, ele baseia-se em variáveis de QoS para a decisão handover.

O QoV-NS é um algoritmo que permite fazer a análise da melhor rede possível de acordo com a qualidade de experiências dos usuários, onde ele será implementado totalmente no móvel, sem a necessidade de implementação de partes ou módulos nas redes alvo.

O QoV-NS é dividido em duas partes: o COLETOR e o DECISOR, o primeiro módulo irá fazer a coleta de valores na camada 3, de ATRASO, JITTER e PERDA DE PACOTES. O COLETOR deve está conectado a um host que seja acessível por todas as outras interfaces sem fio. Na coleta dos valores são feitas diversas requisições ICMP, isso acontece em todas as interfaces de rede ativas, após isso o DECISOR recebe os valores do COLETOR para assim calcular o valor de NQM. O DECISOR calcula a média de NQM, e encontra um valor médio que irá ser comparado com 3, se for maior ou igual a 3 é informado ao SMIP [Monteiro and Gondim 2010a] que inicie o tunelamento para uma nova rota default.



Existe também a possibilidade de ser inserido uma API opcional, que irá facilitar na comunicação da aplicação com os módulos que trabalham na camada 3, onde será descido o momento que será ativado o COLETOR e o DECISOR.

#### **4. RESULTADOS**

Com o estudo desses algoritmos, foi concluído, ainda de forma empírica, que o QoV-NS tem muita vantagem em relação aos outros e até mesmo ao algoritmo implementado na figura 3, vemos que através apenas das variáveis de QoS como JITTER, ATRASO e PERDA DE PACOTES, o QoV-NS torna muito independente a utilização de decisões handover. Sem contar que não seria necessária a análise e verificação apenas da potência de sinal, mas numa qualidade de experiência dos usuários, tanto para transmissão de vídeos como para qualquer outra aplicação.

Também foi visto que a implementação do método QoV-NS é muito mais fácil e acessível, onde será utilizado apenas o móvel para o cálculo e análises de valores que irão determinar o momento exato do handover.

Testes comparativos entre os algoritmos ainda serão realizados, visando concluir os resultados preliminares e empíricos encontrados até o momento.

#### **5. CONCLUSÕES**

Portanto vemos nesse artigo diversos conceitos, exemplos de algoritmos e uma facilidade no dia-a-dia de quem usa dispositivos móveis. Então a Decisão vertical handover, é algo de extrema importância na qualidade de serviço para o usuário. Com o surgimento e a evolução de tecnologias de redes sem fio, as implementações de algoritmos VHD estão ganhando força e evoluindo cada vez mais.

Em sùmula, esse artigo é um estudo feito e tem como objetivo mostrar essa nova tendência na área de redes sem fio, que é a seleção adequada de uma rede sem fio.

#### **REFERÊNCIAS**

YAN, XIAOHUAN; S\_EKERCIOG˘LU, Y. AHMET; NARAYANAN , SATHYA. A survey of vertical handover decision algorithms in Fourth Generation heterogeneous wireless networks. Computer networks. No prelo.

KASSAR , MERIEM; KERVELLA, BRIGITTE; PUJOLLE , GUY. An overview of vertical handover decision strategies in heterogeneous wireless networks. ScienceDirect. No prelo.

DE CASTRO MONTEIRO, CLÁUDIO. Um ambiente para apoio à integração de redes sem fio heterogêneas. Brasília-DF, 13 de fevereiro de 2012. 211. Tese (Doutorado) – UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, FACULDADE DE TENOLOGIA, DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA.

Wei ,Q; Farkas, K.; Prehofer, C.; Mendes, P.; Plattner, B.; Contextaware handover using active network technology, Computer Networks. No prelo.