

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO  
DE SÃO PAULO

MARCOS ARGACHOY

UTILIZAÇÃO DO PROTOCOLO SNMP PARA GERENCIAMENTO  
DE CONFIGURAÇÃO DE REDES SEM FIO IEEE 802.11.

São Paulo

2008

MARCOS ARGACHOY

UTILIZAÇÃO DO PROTOCOLO SNMP PARA GERENCIAMENTO  
DE CONFIGURAÇÃO DE REDES SEM FIO IEEE 802.11.

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Pesquisas Tecnológicas do Estado de São  
Paulo - IPT, para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia da Computação.  
Área de concentração: Redes de  
Computadores

Orientador: Prof. Dr. Wagner Luiz Zucchi

São Paulo

Agosto / 2008

Ficha Catalográfica  
Elaborada pelo Departamento de Acervo e Informação Tecnológica – DAIT  
do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

A686u Argachoy, Marcos  
Utilização do protocolo SNMP para gerenciamento de configuração de redes sem fio  
IEEE 802.11. / Marcos Argachoy. São Paulo, 2008.  
74p.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) - Instituto de Pesquisas  
Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Redes de  
Computadores.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Luiz Zucchi

1. Redes sem fio 2. Gerenciamento de configuração 3. SNMP (Simple Network  
Management Protocol) 4. MIB (Management Information Base) 5. Tese I. Instituto de  
Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Ensino  
Tecnológico II. Título

08-215

CDU 004.72:004.451(043)

## Dedicatória

Agradeço a Deus por me conceder sabedoria para conduzir esse trabalho, a minha família pela compreensão e apoio incondicional em tantas horas de ausência e aos amigos de verdade que me incentivaram a concluir esse projeto. Agradeço também ao meu orientador Prof. Dr. Wagner Luiz Zucchi por acreditar e me apoiar nessa caminhada.

## **RESUMO**

A presença das redes sem fio como infra-estrutura complementar às redes locais cabeadas já é, cada vez mais, uma realidade em empresas, escolas, restaurantes, hotéis e shopping centers. O crescimento dessas redes não se dá somente em quantidade, mas também em complexidade e como consequência cresce também a necessidade de obter informações do comportamento das redes sem fio, seja quanto ao desempenho e estabilidade ou quanto a sua configuração. Este trabalho irá abordar o gerenciamento de configuração de redes sem fio, propondo uma solução com capacidade de gerenciar múltiplos dispositivos de fabricantes diferentes dentro de uma mesma rede, atuando nesses dispositivos de forma a corrigir eventuais problemas originados de uma distribuição irregular de estações entre os APs de uma rede. A solução proposta é baseada na coleta de informações através de agentes SNMP e desenvolvida utilizando a linguagem PERL. A utilização dessa ferramenta irá contribuir para melhorar o desempenho de redes sem fio já em operação, através do conhecimento do comportamento dos usuários.

### **Palavras Chave**

Redes sem Fio, Gerência de Configuração, SNMP, MIB, BSS, ESS.

## **ABSTRACT**

### **SNMP Protocol Usage for IEEE 802.11 Wireless Networks Configuration Management**

Wireless Networks as a complementary infrastructure to the wired local networks is already a reality in many companies, schools, restaurants, hotels and Shopping Malls. The growth of this sort of network is a reality not only in numbers but also in complexity, and as consequence there is an increasing need to know what is happening with these networks. It is necessary to understand their development, performance, stability and mainly their topology. Throughout this work, a topology management solution for Wi-Fi networks will be presented, aiming to gather information on the association between wireless devices in an ESS environment even if all Access Points do not belong to the same manufacturer. The use of this tool will contribute to improve the performance of the Wireless Network already in operation, building a knowledge foundation based on the users' behavior and how they get around the cells that compose the network.

#### **Keywords:**

Wireless LAN, Configuration Management, SNMP, MIB, BSS, ESS.

## INDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - EXEMPLOS DE BSS AD-HOC E INFRA-ESTRUTURA .....	11
FIGURA 2 - EXEMPLO DE ESS.....	12
FIGURA 3 - ARQUITETURA DO IEEE 802.11 .....	13
FIGURA 4 - DIAGRAMA REPRESENTANDO UMA ESTAÇÃO ENTRANDO EM UM ESS.....	14
FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DO NÍVEL DE MOBILIDADE X COMPORTAMENTO DO USUÁRIO. ....	16
FIGURA 6 - DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE GERENCIAMENTO .....	26
FIGURA 7 - FLUXO DE AÇÕES DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO PROPOSTO.....	28
FIGURA 8 - RELACIONAMENTO ENTRE CADA MÓDULO DO SISTEMA PROPOSTO .....	30
FIGURA 9 - ESTRUTURA DA MIB WLAN-MIB.....	36
FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA MIB DESENVOLVIDA.....	37
FIGURA 11 - TOPOLOGIA UTILIZADA NOS TESTES DO SISTEMA .....	38
FIGURA 12 - COLETA DE INFORMAÇÕES UTILIZANDO MIB CISCO. ....	41
FIGURA 13 - TELA DO SIMULADOR DE AGENTE SNMP. ....	42
FIGURA 14 - TELA ESTAÇÃO DE GERENCIAMENTO - 1. ....	42
FIGURA 15 - TELA ESTAÇÃO DE GERENCIAMENTO - 2. ....	43
FIGURA 16 - TELA ESTAÇÃO DE GERENCIAMENTO - 3. ....	44
FIGURA 17 - TELA ANALISADOR DE PACOTES – COMANDO SNMP SET.....	46

## **INDICE DE TABELAS**

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DOS OBJETOS DA MIB WLAN-MIB .....	37
--	----



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AP** – Access Point

**ASN.1** – Abstract Syntax Notation One

**BEACON** – Transmissão periódica e ininterrupta de um sinal de radio.

**BSS** – Basic Service Set

**ChipSet** – Determinado circuito integrado customizado para uso dedicado a uma aplicação.

**CRC** – Cyclic Redundancy Check

**ESS** – Extended Service Set

**Gbps** – Giga Bits / Segundo

**GET** – Comando SNMP GetRequest

**GETBULK** – Comando SNMP GetBulkRequest

**Hot Spot** - Nome dado ao local onde a tecnologia Wi-Fi está disponível

**HR/DSSS** – High Rate Direct Sequence Spread Spectrum

**HT** – Handy Talk ou radio portátil

**ICMP** – Internet Control Message Protocol

**IEEE** – Institute of Electrical and Electronics Engineers

**IETF** – Internet Engineering Task Force

**IP** – Internet Protocol

**ISO** – International Organization for Standardization

**LAN** – Local Area Network (Rede Local)

**MAC** – Media Access Control

**Mbps** – Mega Bits / Segundo

**MHz** – Mega Hertz

**MIB** – Management Information Base

**OID** – Object Identifier

**PHY** – Physical Layer

**RFC** – Request for Comments do IETF

**SNMP** – Simple Network Management Protocol

**STA** – Station (Estação de rede sem fio)

**SET** – Comando SNMP SetRequest

**WAN** – Wide Area Network

**WEP** – Wired Equivalent Privacy

**WiFi** – Wireless Fidelity (marca registrada pertencente a Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA)) Utilizada como sinônimo de redes sem fio.

**WLAN** – Wireless LAN

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1	OBJETIVO .....	6
1.2	RESULTADOS ESPERADOS E CONTRIBUIÇÕES.....	6
1.3	METODOLOGIA DO TRABALHO.....	7
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	8
<b>2</b>	<b>ARQUITETURA DE REDES SEM FIO PADRÃO 802.11</b> .....	<b>10</b>
2.1	TOPOLOGIAS .....	10
2.1.1	<i>Ponto a Ponto (Ad-Hoc)</i> .....	10
2.1.2	<i>Infra-estrutura</i> .....	11
2.2	SERVIÇOS.....	12
2.3	DETALHANDO OS SERVIÇOS DE ASSOCIAÇÃO E DESASSOCIAÇÃO .....	14
2.3.1	<i>Diagrama de estados</i> .....	15
2.4	MOBILIDADE .....	15
2.5	GERENCIAMENTO .....	18
2.5.1	<i>Gerenciamento de Desempenho:</i> .....	19
2.5.2	<i>Gerenciamento de Falhas:</i> .....	19
2.5.3	<i>Gerenciamento de Configuração:</i> .....	19
2.5.4	<i>Gerenciamento de Contabilização:</i> .....	19
2.5.5	<i>Gerenciamento de Segurança:</i> .....	19
2.6	ARQUITETURA DE GERENCIAMENTO: .....	19
2.7	SISTEMAS DE GERENCIAMENTO – TRABALHOS PESQUISADOS.....	20
2.8	GERENCIAMENTO DE CONFIGURAÇÃO .....	23
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE ESTAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE CONFIGURAÇÃO</b> .....	<b>24</b>
3.1	VISÃO GERAL .....	24
3.2	DESCRIÇÃO GERAL DA SOLUÇÃO .....	25
3.3	COMPONENTES DO SISTEMA .....	28
3.3.1	<i>Interpretador de comandos SNMP</i> .....	28
3.3.2	<i>Coleta de informações</i> .....	29

3.3.3	<i>Análise</i> .....	29
3.3.4	<i>Identificação</i> .....	29
3.3.5	<i>Ajuste da Topologia</i> .....	29
3.3.6	<i>Armazenamento</i> .....	30
3.4	OBJETOS E MIBS UTILIZADAS – COLETA DE INFORMAÇÕES .....	31
3.4.1	<i>Para dispositivos do fabricante CISCO:</i> .....	31
3.4.2	<i>Para dispositivos de outros fabricantes:</i> .....	33
3.5	OBJETOS E MIBS UTILIZADAS – AJUSTE DA TOPOLOGIA .....	34
3.6	PROPOSTA DE EXTENSÃO DA MIB .....	35
3.7	DESCRIÇÃO DA MIB.....	36
3.7.1	<i>Código da MIB</i> .....	37
<b>4</b>	<b>TESTES DO SISTEMA PROPOSTO</b> .....	<b>38</b>
4.1	AMBIENTE DE TESTE:.....	38
4.1.1	<i>Topologia de teste:</i> .....	38
4.1.2	<i>Estação de gerenciamento:</i> .....	39
4.1.3	<i>Equipamentos Sem fio:</i> .....	39
4.1.4	<i>Softwares:</i> .....	39
4.2	TESTES REALIZADOS: .....	39
4.2.1	<i>Coleta de dados – MIB existente (CISCO):</i> .....	39
4.2.2	<i>Testes MIB Desenvolvida:</i> .....	41
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS</b> .....	<b>47</b>
5.1	CONCLUSÕES.....	47
5.2	CONTRIBUIÇÕES.....	48
5.3	FUTURO PARA ESTE TRABALHO .....	49
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>50</b>
	<b>APÊNDICE I – MIB DESENVOLVIDA</b> .....	<b>54</b>
	<b>ANEXO I – MIBS PESQUISADAS</b> .....	<b>59</b>

# 1 INTRODUÇÃO

As redes sem fio vêm ganhando novos usuários a cada dia. A demanda por maior mobilidade para os usuários de informática em geral, a necessidade de executivos se manterem conectados o maior tempo possível somada à redução do custo de produção de dispositivos sem fio, tornaram comum a utilização de redes *Sem fio* para transmissão de informações.

Os investimentos em redes locais sem fio, segundo pesquisa realizada pelo Gartner Group [**GARTNER 2005**] vêm crescendo à taxa média de 12% ao ano em todo o mundo. Em 2003 a publicação do novo aditivo ao padrão do IEEE, o 802.11g, padronizando a utilização do HR/DSSS e ampliando para 54 Mbps a capacidade das redes sem fio, acelerou a popularização dessas redes, que passaram a suportar aplicações que exigiam maior largura de banda. Outra pesquisa realizada em 2007 pela NIC.br<sup>1</sup> registra o crescimento das redes sem fio nas empresas brasileiras, em 2006: 16% das empresas possuíam redes sem fio e em 2007 esse número subiu para 28% das empresas que utilizam computadores.

A disponibilização do acesso à Internet também é um dos serviços que está impulsionando a popularização de redes locais sem fio. Hoje é possível usufruir dessa tecnologia em vários aeroportos, restaurantes, cafés e shoppings. Em hotéis, o serviço de acesso à Internet através de redes sem fio em suas várias dependências passou a ser um item primordial na escolha dos clientes. No Brasil já existem mais de 2.100 [**TELECO 2008**] locais que disponibilizam, através de redes WiFi (*Wireless Fidelity*), o acesso à Internet e esse número cresce mensalmente em todo o mundo conforme pesquisa realizada mensalmente pela JiWire<sup>2</sup>, empresa multinacional do segmento de propaganda especializada em redes sem fio..

O dimensionamento de uma rede sem fio é uma etapa de máxima importância para garantir a boa qualidade do serviço oferecido, tanto para os usuários corporativos como para usuários dos chamados *Hot Spots* de acesso à Internet.

---

<sup>1</sup> <http://www.cetic.br/empresas/2007/c-geral-04.htm>

<sup>2</sup> <http://www.jiwire.com/>

A correta especificação da cobertura de cada ponto de acesso é um dos itens fundamentais para que a qualidade do serviço oferecido seja mantida independentemente de onde a estação está instalada dentro da área de cobertura da rede local sem fio.

Ao contrário da rede cabeada, onde a localização de cada estação é conhecida e limitada aos pontos de conexão, a rede sem fio tem por característica principal a mobilidade. Uma estação pode estar localizada em uma determinada posição e em seguida ser deslocada para outro ponto de uma sala, para outra sala ou para outro andar de um mesmo prédio. Depois da implantação também é necessário verificar, na prática, como a rede está se comportando. Fatores como distância do ponto de acesso, obstáculos e número de estações conectadas ao mesmo ponto de acesso são variáveis que podem ocasionar baixo desempenho.

A topologia de uma rede sem fio pode se alterar no decorrer do tempo à medida que as estações se deslocam, entram e saem da área de cobertura de cada Ponto de Acesso (AP) da rede. O acompanhamento da **associação e desassociação** das estações a cada ponto de acesso pode ajudar a aperfeiçoar a infra-estrutura sem fio e com base em informações coletadas oferecer um serviço mais adequado às necessidades dos usuários.

A quantidade máxima de estações conectadas a um mesmo ponto de acesso é uma questão que provoca alguma polêmica. Um fabricante bem conhecido, a CISCO [CISCO 2008], afirma que um de seus APs pode suportar até 64 clientes sem fio enquanto outro também bastante conhecido, a 3COM [3COM 2008] informa em seu *site* que a quantidade máxima estaria entre 20 e 35 estações.

Excesso de usuários conectados em um mesmo ponto de acesso pode acarretar a percepção de lentidão na rede, uma vez que compartilham entre si a banda total oferecida pelo ponto de acesso.

É comum o desconhecimento do comportamento dessas redes no dia a dia. O software de gerenciamento e principalmente recursos capacitados a configurá-los e a extrair informações da rede são utilizados somente por grandes empresas., que têm capacidade de investir na aquisição de sistemas de gestão para sua rede e em profissionais para operarem esses sistemas ou então utilizam serviços de terceiros como IBM, EDS ou outras empresas que possuam serviços em infra-estrutura de TI.

Uma solução tecnicamente simples para suprir a deficiência de informações detalhadas sobre a rede é investir em uma grande quantidade de APs sem saber ao certo se a quantidade adquirida e instalada é realmente necessária. A preocupação muitas vezes se restringe à possibilidade ou não de acesso, ao nível de sinal e a área de cobertura. A concentração de estações ou APs praticamente ociosos não é considerada. A informação sobre as estações conectadas pode ser obtida através de programas proprietários de administração de cada AP, mesmo em dispositivos de baixo custo. Para uma rede com somente um ou dois APs essa tarefa é simples, mas em uma rede com várias dezenas de APs o gerenciamento da configuração se torna uma atividade muito complexa e demorada. Existem fabricantes que comercializam softwares que são capazes de monitorar seus dispositivos APs. Um exemplo muito conhecido é o CiscoWorks [**CISCOWORKS2008**], com o qual é possível conhecer quais estações estão conectadas a cada AP da rede, desde que todos os APs sejam do mesmo fabricante .

Outros exemplos de softwares comerciais para gerenciamento de redes sem fio são o OP MANAGER da empresa *Manage Engine*<sup>3</sup> e o ORION da Solar Winds<sup>4</sup>. Ambos permitem coletar informações detalhadas sobre o desempenho de redes sem fio, entretanto a utilização desses softwares implica em investimentos altos, da ordem de 10.000 dólares, para aquisição do produto, sem contar o valor necessário para a instalação, configuração, treinamento e posterior operação do sistema.

---

<sup>3</sup> <http://manageengine.adventnet.com/>

<sup>4</sup> <http://www.solarwinds.com/products/orion/wireless/>

A identificação e localização de cada estação conectada a uma LAN sem fio, além de permitir a correção de problemas de projeto ou adequar o serviço às características dos usuários, possibilita a customização e o envio de mensagens específicas aos usuários conectados a determinado AP. Assim como na telefonia celular, essa possibilidade pode ser explorada criando um canal de informação e marketing mais efetivo com o usuário.

Da mesma forma que em uma rede cabeada, a obtenção dessas informações em cada ponto de acesso de uma rede sem fio pode ser realizada através do protocolo SNMP, muito conhecido e implementado por grande parte dos dispositivos de rede comercializados hoje em dia.

Para os dispositivos que não implementam a utilização do protocolo SNMP, a única maneira de se verificar quantas e quais estações estão a ele conectadas, é através do acesso direto ao AP, e por este motivo este trabalho não compreende a interação com este tipo de dispositivo.

Em fevereiro de 2005 o IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers* divulgou o início dos trabalhos de mais um grupo de estudos, o "*Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: IEEE 802.11 Wireless Network Management*," (802.11v) [IEEE 2005].

Esse grupo está trabalhando na especificação de um aditivo ao padrão 802.11, especificamente redigido para melhorar o gerenciamento de estações em uma rede sem fio, revisando a atual MIB – *Management Information Base* disponível, que é uma versão de 1999.

A primeira versão dessa extensão do padrão 802.11 deverá ser apresentada até o final de 2008.

Enquanto não é divulgada a nova extensão “ v ”do padrão IEEE 802.11, a monitoração de redes com equipamentos de fabricantes diferentes ou com equipamentos de fabricantes que não possuem alguma ferramenta proprietária



é uma atividade tecnicamente complexa, se realizada manualmente ou de alto custo, se utilizada com ferramentas comerciais como as citadas anteriormente.

Neste trabalho é apresentado um sistema para gerenciamento de redes sem fio que possibilita coletar informações sobre as conexões de cada AP e consumo total da banda disponibilizada pela rede cabeada. Com essas informações, pretende-se atuar no dispositivo (AP) de forma a aperfeiçoar o uso dos equipamentos e da banda disponibilizada entre a rede cabeada e a rede sem fio.

Até aqui, foram apresentadas informações sobre o crescimento da utilização de redes sem fio e os motivos pelos quais é importante a monitoração e o gerenciamento da configuração dos APs dessas redes influenciando assim a topologia da rede.

Este trabalho irá apresentar uma proposta de um sistema para gerenciamento de redes sem fio padrão 802.11, utilizando as MIBs e objetos aplicáveis e disponíveis para equipamentos de acesso às redes sem fio, além de propor uma nova MIB com os objetos necessários para a atuação nos APs e modificação da topologia.

## **1.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é especificar um sistema de gerenciamento de configuração para redes sem fio (Padrão IEEE 802.11) utilizando objetos e MIBs SNMP padronizadas e proprietárias quando disponíveis para essa função. Também neste trabalho será desenvolvida uma nova MIB com objetos especificamente desenhados para a função de gerenciamento de configuração, possibilitando o ajuste dinâmico do número de estações associadas a um AP em função do consumo de banda total desse AP.

Este sistema deve ser capaz de detectar um AP sobrecarregado e tomar a ação de desassociar uma ou mais estações e associá-las a outro AP dentro da área de cobertura.

A solução é desenvolvida em uma linguagem de código aberto (PERL) o que permite, além de dispensar o licenciamento, desenvolvimentos futuros e ajustes para suportar novos APs não incluídos nesse trabalho. O software irá apresentar as informações sobre a topologia da rede sem fio em tela e armazená-las de forma a permitir avaliações quantitativas e qualitativas sobre a ocupação de cada AP. Esse software será uma ferramenta de apoio ao analista que com ela poderá conhecer o comportamento ao longo do tempo das estações, auxiliando no diagnóstico de problemas e no planejamento do crescimento e mudanças.

## **1.2 Resultados Esperados e Contribuições**

O produto esperado desse trabalho é a especificação de um sistema de gerenciamento de configuração, detalhando os objetos e MIBs utilizados para esta finalidade, e principalmente como esse sistema irá atuar no dispositivo de acesso (AP).

Os diversos módulos que compõem o sistema proposto são elaborados em linguagem de código aberto (PERL), capaz de:

- Ser utilizado em redes compostas por qualquer dispositivo sem fio que suporte o protocolo SNMP;
- Obter informações de diferentes equipamentos de acesso à rede sem fio (fabricantes diferentes);
- Coletar as informações sobre os dispositivos anexados a cada AP, identificando-os por seu *MAC address*, endereço IP e quando possível pelo seu *Hostname*;
- Coletar informações sobre o consumo de banda de sua interface com a rede cabeada;
- Apresentar na tela e armazenar cronologicamente as informações coletadas de cada *Access Point* ou BSS – *Basic Service Set* dentro de uma mesma rede sem fio ESS - *Extended Service Set* de forma a permitir análises qualitativas e quantitativas;
- Deslocar uma ou mais estações deslocar uma ou mais estações para outro AP dentro da área de cobertura quando um determinado AP se aproximar de 80% de ocupação.

Este programa, por ser elaborado em uma linguagem aberta e por isso mais acessível, poderá ajudar segmentos de empresas que não possuem sofisticados sistemas de monitoração e gerenciamento de suas redes. Por exemplo, hotéis, escolas, shopping centers e restaurantes, com uma análise dos dados coletados, poderiam melhorar o serviço de rede sem fio oferecido.

### **1.3 Metodologia do Trabalho**

O plano para a elaboração do trabalho contempla as seguintes atividades:

- Pesquisa das *MIBs* padronizadas e proprietárias que possuam objetos aplicáveis à coleta de informações sobre as estações associadas a um BSS;
- Definição dos objetos dentro das diversas *MIBs* pesquisadas, que possam fornecer as informações de estações conectadas a um BSS – *Basic Service Set*;
- Pesquisa sobre qual MIB ou objeto poderá ser utilizado para atuar em determinado AP alterando a configuração da rede;
- Especificação funcional do sistema para a coleta e atuação dinâmica na topologia de rede sem fio;
- Desenvolvimento do programa / módulos (protótipo);
- Prova de funcionamento dos módulos do sistema em ambiente real;
- Apresentação dos resultados obtidos durante a prova de funcionamento;
- Redação do texto com as especificações do programa
- Conclusões e desenvolvimentos futuros;

## **1.4 Organização do Trabalho**

Esse trabalho está organizado conforme descrito a seguir:.

### **Capítulo 1 – INTRODUÇÃO**

**Capítulo 2 – ARQUITETURA 802.11.** Este capítulo apresenta a arquitetura de redes sem fio IEEE 802.11, com atenção especial ao serviço de associação e desassociação de estações, e trabalhos já realizados sobre o gerenciamento de configuração.

**Capítulo 3 – PROPOSTA DE ESTAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE CONFIGURAÇÃO.** Esse capítulo descreve a solução proposta para monitoração de uma rede sem fio. As várias MIBs SNMP disponíveis proprietárias e padrões são analisados identificando os objetos úteis para coleta de informações sobre estações associadas. É proposta uma nova MIB

que visa suprir as necessidades de gerenciamento dos APs que não estão contidas na MIB atual do IEEE e nas MIB's proprietárias;

**Capítulo 4** – TESTES DO SISTEMA PROPOSTO. Nesse capítulo são apresentados os testes realizados com os módulos do sistema proposto de gerenciamento de redes sem fio;

**Capítulo 5** – CONCLUSÃO. Esse capítulo traz um resumo do trabalho, resultados alcançados, uma análise geral sobre as atividades desenvolvidas e as sugestões para trabalhos futuros;

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** – lista dos artigos, livros e sites utilizados para obtenção das informações base para a elaboração desse trabalho;

**APÊNDICE 1** – MIB Desenvolvida;

**ANEXO 1** – MIBs Pesquisadas;

## 2 ARQUITETURA DE REDES SEM FIO PADRÃO 802.11

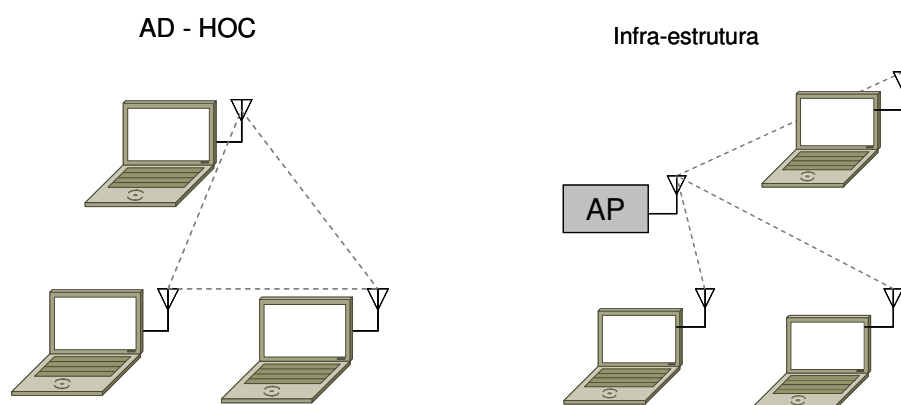
Neste capítulo é apresentada a arquitetura de redes sem fio IEEE 802.11, em especial, detalhando o serviço de associação e desassociação de estações. Também é apresentado o gerenciamento, através do protocolo SNMP, que é a base para este trabalho.

### 2.1 Topologias

Desde o primeiro padrão de redes sem fio proposto pelo IEEE, o 802.11 publicado em 1999, as redes locais sem fio (Wireless LAN) foram especificadas para trabalhar de duas formas diferentes. Essa característica é uma entre várias outras que são compartilhadas entre as versões “a”, “b” e “g” subseqüentes do padrão 802.11. As duas diferentes topologias utilizadas em redes sem fio segundo Andrew S. Tanenbaum **[Tanenbaum 2003]** e em muitos outros textos sobre redes sem fio são os seguintes:

#### 2.1.1 Ponto a Ponto (Ad-Hoc)

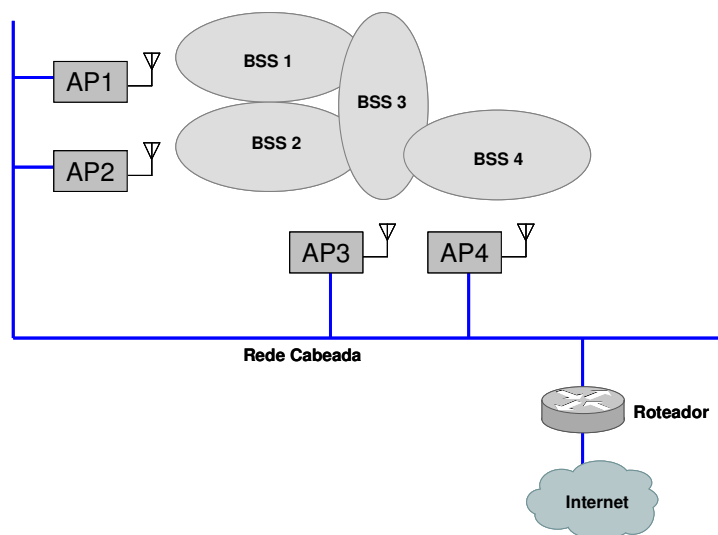
Cada computador ou estação se comunica diretamente entre si, sem a necessidade de instalação de infra-estrutura ou de um ponto de acesso (AP). A operação dessa rede é fácil, mas a desvantagem é que a área de cobertura é limitada já que não há um ponto de acesso comum entre elas que possa retransmitir a mensagem enviada. Um grupo com duas ou mais estações com essa configuração pode ser chamado de IBSS – *Independent Basic Service Set* ou Conjunto básico de Serviço.



**Figura 1 - Exemplos de BSS Ad-Hoc e Infra-estrutura**  
 (fonte: Wireless Networks: The Definitive Guide – [GAST 2005])

### 2.1.2 Infra-estrutura

Nesse tipo de topologia cada estação se comunica diretamente com o ponto de acesso (AP) que faz parte do sistema de distribuição. A estrutura mínima para essa topologia é chamada de BSS – *Basic Service Set* e é composta por pelo menos uma estação e um ponto de acesso. O ponto de acesso não somente é responsável pela troca de informação entre as estações sem fio (repetidor), mas também pela interligação dessa rede com a rede cabeada (ponto de acesso). Em redes corporativas onde normalmente são utilizados mais de um AP esses dispositivos são interconectados através de uma rede local e seus dispositivos tais como *hubs*, *switches* ou mesmo roteadores. Esse conjunto é chamado de ESS - *Extended Service Set* ou Conjunto Estendido de Serviços. Esse tipo de topologia é o utilizado para o acesso à Internet em *Hot Spots* e o acesso sem fio em redes corporativas.



**Figura 2 - Exemplo de ESS**

(fonte: Wireless Networks: The Definitive Guide – [GAST 2005])

## 2.2 Serviços

Uma rede compatível com o padrão IEEE802.11 deve fornecer 9 serviços essenciais para o funcionamento de uma rede sem fio. Desses nove serviços cinco são fornecidos pelo AP e são responsáveis pelo tratamento das estações que entram e saem da área de cobertura do AP ou célula. São chamados de DSS – *Distribution System Services*.

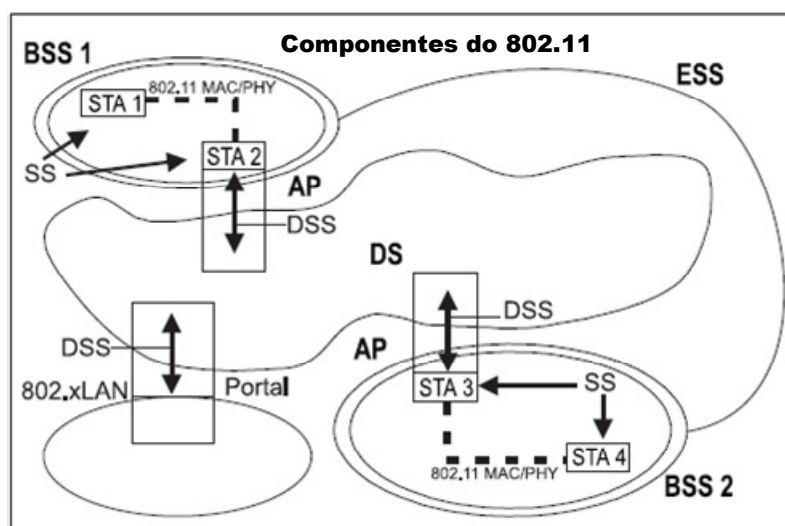
- a) **Associação** - Responsável pelo processo de mapeamento entre a estação (STA) e o ponto de acesso (AP);
- b) **Desassociação** – Remoção do mapeamento entre STA e AP;
- c) **Reassociação** – Habilita uma associação já realizada a ser transferida para outro AP ou para o mesmo AP;
- d) **Distribuição** – Utilizando as informações do processo de Associação, entrega à camada MAC do AP as informações sobre o set de serviços desse AP (MSDU - *Medium Access Control (MAC) Service Data Unit*);
- e) **Integração** – Permite fornecer as informações de MSDU entre o serviço de Distribuição e uma estação da rede não compatível com 802.11 através de um portal ou ponto de contato;



Os outros 4 serviços são utilizados somente depois que uma estação já está associada a um AP ou Célula e são chamados de SS – *Station Services*;

- f) **Autenticação** – Serviço utilizado para identificar uma estação como membro de um conjunto de estações autorizadas a se associar com outras estações.
- g) **Desautenticação** – Processo de cancelamento de uma autenticação;
- h) **Privacidade** – Serviço utilizado para garantir que o conteúdo das mensagens trocadas com uma estação seja indevidamente lido por outra estação;
- i) **Entrega de Dados (MSDU)**;

A figura 3 exibe um diagrama que representa todos os serviços da arquitetura IEEE 802.11 e o seu inter-relacionamento.



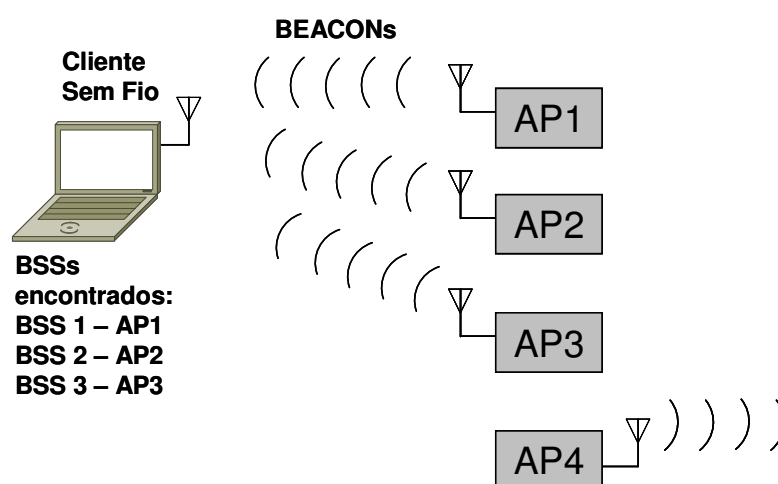
**Figura 3 - Arquitetura do IEEE 802.11**  
(fonte: padrão IEEE 802.11 – 1999)

A seguir são detalhados os serviços de associação e desassociação.

## 2.3 Detalhando os Serviços de Associação e Desassociação

Quando um usuário chega à área de cobertura de uma rede sem fio o primeiro passo para estabelecer conexão é encontrar o(s) AP(s) pertencentes a essa rede e se associar a um deles. Segundo o padrão IEEE 802.11 [IEEE 802.11 1999], todo AP deve enviar periodicamente um quadro de sinalização contendo o SSID – *Service Set Identifier* ou identificador do conjunto de serviços e o endereço físico desse AP (*MAC Address*). A divulgação desse quadro também é chamada de BEACON. Existem APs que permitem divulgar mais de um SSID [CISCO 2008], cada SSID pode ser configurado em associação a uma rede virtual (VLAN) diferente, dedicada a um serviço / escopo de DHCP diferente. Por exemplo, um SSID para acesso a rede corporativa e outro para acesso à Internet e outro para uma rede de voz.

A entrega de pacotes de informação a uma estação sem fio somente é possível após a associação a algum AP da rede. A associação de uma estação a um AP cria uma conexão virtual entre esses dois dispositivos que passam somente a trocar informações entre si. A partir da associação o serviço de distribuição DS da rede é capaz de identificar qual AP será utilizado para o envio e recebimento de informações. O processo de associação é sempre iniciado pela estação que recebe os *BEACONS* e seleciona o AP de melhor qualidade de sinal para se associar, como no exemplo da figura abaixo:



**Figura 4 - Diagrama representando uma estação entrando em um ESS**  
(fonte: Wireless Networks: The Definitive Guide – [GAST 2005])

### 2.3.1 Diagrama de estados

Segundo o IEEE [IEEE 1999], para um AP, uma determinada estação (STA) pode assumir os seguintes estados:

- a) **Não Associado e não autenticado:** Quando a estação acaba de adentrar a área de cobertura de uma rede sem fio;
- b) **Autenticado e não associado:** Estado intermediário, onde a estação e o AP já trocaram algumas informações quanto à compatibilidade de segurança entre eles. Se essa compatibilidade não for estabelecida o processo de associação não poderá ser executado. Um exemplo muito comum em redes corporativas é a autenticação através do endereço MAC. Somente as estações com o endereço MAC cadastrado na rede sem fio poderão se autenticar e se associar a essa rede;
- c) **Autenticado e Associado:** Estado no qual a estação está pronta para enviar e receber informações do AP;

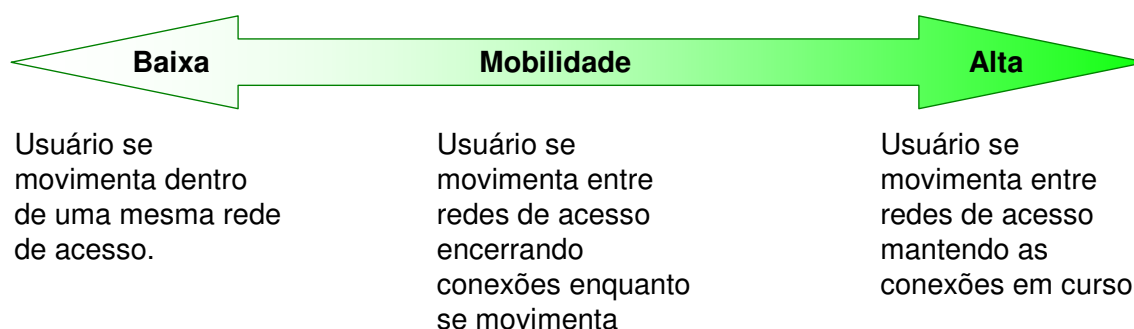
## 2.4 Mobilidade

Antes de abordar o tema de mobilidade, é importante apresentar a diferença entre uma estação portátil e uma estação móvel. Esse conceito já estava presente no texto da primeira versão do padrão IEEE 802.11 [IEEE 1999] e com características de operação bem definidas. Uma estação portátil é aquela que pode ser deslocada de um local a outro, entretanto somente é operada quando está fixa em um local. Uma estação móvel é aquela que pode ser operada enquanto ainda está em movimento. Esse conceito é o mesmo adotado para estações de rádio. Existem rádios portáteis, que podem ser facilmente transportados e operados em qualquer lugar, e existem os rádios

móveis, conhecidos como *HT (Handy Talkie)* ou *Walkie Talkies* que são operados enquanto se deslocam.

Sob o ponto de vista de estações para conexão a uma rede de dados e à Internet, os dispositivos também podem ser categorizados da mesma maneira. Um notebook pode ser considerado como uma estação portátil enquanto que um PDA - *Personal Digital Assistants* ou um telefone IP sem fio são dispositivos que comumente são operados enquanto estão em movimento.

Dentro de uma rede sem fio, os usuários podem se deslocar de um BSS a outro, durante a troca de informações com outra estação ou servidor ou ainda durante a consulta a uma aplicação ou *site* na Internet. Segundo Kurose [KUROSE 2005], a mobilidade pode existir em vários graus, de acordo com a necessidade e a aplicação do usuário. Na figura 5 demonstra-se graficamente a relação entre o nível de mobilidade e o comportamento do usuário.



**Figura 5 - Representação do nível de mobilidade x comportamento do usuário.**

A mobilidade entre BSSs que pertencem a uma mesma sub-rede deve ocorrer de forma menos perceptível possível ao usuário móvel. Por exemplo, em uma empresa, um funcionário com seu PDA sai de sua sala de trabalho para uma reunião em outra sala enquanto consulta um *site* na Internet com informações sobre o mercado financeiro. Nesse caso, o usuário espera que, mesmo se deslocando até a sala de reunião, o seu acesso seja mantido. Esse é um exemplo onde a exigência quanto à mobilidade é bem alta, quase comparável a telefonia celular, onde o usuário mantém uma conexão estendida e se desloca pela cidade entrando e saindo de várias células. Como outro exemplo, outro usuário sai de sua sala com o seu notebook e se desloca a uma sala de

reunião. Chegando à sala ele utilizará o seu notebook para acessar, através da rede sem fio, a sua apresentação que se encontra em um servidor na rede local. Esse usuário corporativo não irá editar a sua apresentação enquanto se desloca até a sala de reunião, muito menos um usuário de um Hot Spot em um aeroporto não irá caminhar enquanto conclui um pagamento na Internet.

O segundo exemplo representa uma situação mais comumente encontrada, seja em redes corporativas ou dentro de um Hot Spot onde o notebook fica desconectado da rede enquanto se movimenta da área de cobertura de um AP à outra área de cobertura de outro AP. O uso de Notebooks tem se tornado mais freqüente devido à redução do custo desses dispositivos inclusive aqui no Brasil. Existem empresas<sup>5</sup> onde esses dispositivos já representam quase 50% de todos os computadores em rede da empresa. Neste trabalho, será considerada a necessidade de mobilidade intermediária, ou seja, dispositivos que tem a sua conexão encerrada enquanto se movimentam entre uma sub rede e outra, dispositivos que possuem o comportamento típico de uma estação móvel e não portátil.

Conhecer ou prever o comportamento das estações dentro de um ESS quanto a sua movimentação é fundamental para a correta especificação e implantação de uma rede. Em um trabalho realizado por estudantes do Dartmouth College **[KIM 2005]** sobre a modelagem do comportamento de usuários móveis dentro do campus de sua faculdade, verificou-se que em determinados horários do dia a concentração de usuários era maior em um grupo de APs. Verificou-se também que os APs que recebiam a maior quantidade de estações se alternavam de acordo com o horário. Outro fato interessante é que esse comportamento se repetia ao longo de um grande período de amostragem, levando-os a concluir que a ocupação dos APs estava diretamente relacionada ao ambiente e as condições que cada edifício oferecia. Os APs em edifícios com áreas de alimentação possuíam grande ocupação em horários próximos ao almoço, edifícios quase que totalmente dedicados às aulas com ocupação

---

<sup>5</sup> Inventário de Hardware Hotelaria Accor Brasil.

maior no período da manhã e edifícios dormitórios com a alta ocupação no período da tarde e noite.

Nesse estudo a modelagem foi realizada baseada em levantamentos quantitativos de ocupação de cada AP. Os dados foram extraídos dos arquivos de registro de eventos (*LOG*) de cada AP de todo o campus da faculdade. Os APs foram agrupados de acordo com o comportamento de suas estações associadas e o deslocamento das estações, estimado em função das entradas e saídas registradas por esses APs. Segundo os próprios autores, o ponto fraco desse estudo é justamente não identificar cada estação e com isso não possuir a garantia que a estação que se desassociou do AP “x” foi à mesma que se associou ao AP “y”.

Para se conhecer exatamente o comportamento das estações seria necessária uma avaliação qualitativa associada à quantitativa. Somente assim seria possível a real modelagem do uso da rede, conhecendo as estações que estão conectadas, como elas se deslocam e quais se desconectam ao longo do dia.

## **2.5 Gerenciamento**

As redes locais sejam elas cabeadas ou sem fio já fazem parte da infraestrutura básica de uma empresa para que ela possa operar. Conhecer a verdadeira condição de funcionamento dessas redes é fundamental para a continuidade do negócio. Uma interrupção do acesso a uma determinada informação ou serviço pode acarretar grandes prejuízos. O gerenciamento de uma rede é um assunto bastante amplo e com vários aspectos diferentes a serem monitorados e avaliados.

A ISO – *International Organization for Standardization* criou um modelo de gerenciamento de redes que permite compreender a abrangência dessa atividade separando-a em cinco grupos distintos.

### **2.5.1 Gerenciamento de Desempenho:**

Tem o objetivo de verificar a eficiência da rede atual e prepará-la para as futuras necessidades da empresa;

### **2.5.2 Gerenciamento de Falhas:**

Tem o objetivo de reconhecer, isolar, corrigir e arquivar o que ocorre na rede;

### **2.5.3 Gerenciamento de Configuração:**

Identifica quais dispositivos fazem parte da rede e quais as características de cada um desses dispositivos;

### **2.5.4 Gerenciamento de Contabilização:**

Tem o objetivo de registrar e controlar o uso que cada dispositivo de rede faz aos recursos da rede, obtendo estatísticas de uso de cada recurso.

### **2.5.5 Gerenciamento de Segurança:**

Controlar o acesso aos recursos de rede conforme alguma política definida.

## ***2.6 Arquitetura de Gerenciamento:***

Para gerenciar uma rede envolvendo um ou mais dos cinco aspectos citados anteriormente é necessário uma arquitetura mínima que pode ser resumida em três componentes:

- a) **Entidade Gerenciadora:** Responsável pela coleta, armazenamento e tratamento de informações referentes ao estado / condição de determinado dispositivo;
- b) **Dispositivo Gerenciado:** Qualquer dispositivo conectado à rede que possua em seu sistema a capacidade de responder ou enviar informações à estação gerenciadora sobre o estado de seus componentes e seus parâmetros de configuração. Cada um desses componentes é chamado de objeto gerenciado e essas informações

associadas são chamadas de base de informações de gerenciamento (MIB); O processo interno ao dispositivo gerenciado responsável pela coleta das informações e pela comunicação com a entidade gerenciadora é chamado de agente de gerenciamento.

- c) **Protocolo de Gerenciamento:** É a padronização das mensagens trocadas entre a entidade gerenciadora e o agente de gerenciamento de cada dispositivo gerenciado. Permite que a entidade gerenciadora solicite informações sobre o estado de determinado objeto dentro do dispositivo assim como o envio à entidade gerenciadora de alguma mensagem sobre algum evento excepcional ocorrido.

O Gerenciamento de redes sem fio é uma tarefa mais complexa que o gerenciamento de uma rede cabeada. Em uma rede cabeada a localização e a forma de conexão de cada componente é conhecida em detalhes, já em uma rede sem fio temos o aspecto mobilidade que torna dinâmica a topologia e o comportamento do meio de transmissão para cada dispositivo de rede.

## 2.7 Sistemas de Gerenciamento – Trabalhos pesquisados

O gerenciamento de redes sem fio já foi tratado em vários artigos, abordando vários dos aspectos do gerenciamento de rede proposto pela ISO. Em um artigo apresentado na 10ª Conferencia Internacional de Telecomunicações do IEEE em 2003 um grupo de estudantes [**BOO 2003**] apresentou uma solução para gerenciamento de configuração baseada em Java capaz de gerenciar até 50.000 dispositivos de rede. A proposta dos estudantes é baseada em respostas a solicitações (*pooling*) ICMP e SNMP e no recebimento de TRAPs SNMP. Nesse artigo, entretanto, não há nenhum tipo de informação sobre o consumo de banda resultante do processo de gerenciamento da rede, que no caso de redes sem fio é um fator que deve ser levado em consideração já que não temos o total controle do ambiente e do meio de transmissão. Em 2001 outro grupo de estudantes da universidade de Oulu na Finlândia já havia



realizado um estudo sobre o desempenho do SNMP em redes sem fio [KANTOROVITCH 2001]. Nesse trabalho foram confirmadas na prática algumas informações, hoje bem conhecidas, como por exemplo, o consumo cinco vezes menor de banda quando utilizado o comando SNMP *get-bulk* ao invés do comando *get-next*. Outro resultado interessante desse trabalho foi à verificação do volume de retransmissões em um enlace de má qualidade. Quando utilizado o comando *get-next* as retransmissões atingiram 35% dos pacotes enviados enquanto que utilizando o comando *get-bulk* não passaram de 2% com as mesmas condições de enlace. Nesse mesmo estudo foi avaliada a utilização do protocolo TCP para transporte dos comandos e informações SNMP. Apesar de mais eficiente no controle de fluxo e de não possuir limitação para transporte de uma grande quantidade de informações solicitadas de uma única vez como o UDP, o TCP não se mostrou uma boa opção para o transporte do SNMP. Em situações onde o sinal da rede foi considerado ruim, o tempo para estabelecer uma conexão TCP se torna muito longo, não melhorando a latência no retorno das solicitações e podendo ser um fator negativo impactante no caso de uma rede de grandes dimensões.

Essas observações práticas são muito úteis para o desenvolvimento deste trabalho de mestrado. A utilização do comando *get-bulk* e o encapsulamento UDP devem fazer parte da especificação do sistema de gerenciamento proposto no próximo capítulo deste trabalho.

Outro trabalho divulgado no Simpósio Internacional de Eletrônica Industrial do IEEE em 2004 [LI 2004], apresenta uma proposta de gerenciamento de redes sem fio baseada no Open NMS<sup>6</sup>. Para selecionar essa plataforma os autores realizaram uma comparação básica entre o MRTG<sup>7</sup> - *Multi Router Traffic Grapher*, o NET-SNMP<sup>8</sup> e o Open NMS. O Open NMS foi selecionado como mais adequado para basear a solução de gerenciamento de rede sem fio por possuir as funcionalidades de descobrimento de rede, coleta de dados de desempenho e o gerenciamento de eventos já disponível em sua estrutura.

---

<sup>6</sup> <http://www.opennms.org>

<sup>7</sup> <http://oss.oetiker.ch/mrtg/>

<sup>8</sup> <http://www.net-snmp.org/>

Apesar de possuir essas características o Open NMS foi desenvolvido para gerenciamento de redes cabeadas e não está preparado para identificar as estações conectadas aos APs da rede (Gerenciamento de Configuração). Além de não estar preparado para apresentar informações sobre o desempenho do enlace sem fio, tais como, intensidade ou qualidade do sinal de rádio. Para contornar essa dificuldade, principalmente quanto à gerência de configuração, o sistema de gerenciamento proposto pelos alunos da San Jose State University [LI 2004], limitou a atuação do sistema a APs que suportam MIBs que contém objetos desenvolvidos para apresentar as estações associadas a eles.

Em uma rede mista, com vários tipos de APs, de diferentes fabricantes, esse sistema de gerenciamento de rede, embora bastante interessante, não seria de grande utilidade.

Na dissertação de mestrado apresentada ao INATEL pelo Eng<sup>o</sup>. Egídio Ieno Júnior [IENO 2003], focada na metodologia para análise de desempenho de redes IEEE 802.11, o autor faz uma avaliação entre várias soluções disponíveis para gerenciamento de rede.

Foram avaliadas ferramentas de gerenciamento comercializadas como o Spectrum WMS, o WMS da Proxim, Corinex, Lariot Pro, MG Soft MIB Browser, Sniffer Wireless, assim como ferramentas de código aberto como o MRTG, NET-SNMP e o Nagios. Algumas dessas ferramentas são específicas para redes sem fio e outras mais genéricas, ou seja, podem ser utilizadas tanto em redes cabeadas como em redes sem fio. Todas as ferramentas têm em comum o uso do SNMP como protocolo de comunicação, sendo claro que a forma de solicitar as informações e de apresentação dos dados difere em termos de recursos gráficos de um software a outro, sendo bem mais limitados nas versões não licenciadas.

Certamente existem muitas outras ferramentas de coleta de informações via SNMP, tanto comerciais como de código aberto. A investigação de todas as opções seria um trabalho muito extenso e desnecessário, uma vez que, o

objetivo dessa pesquisa para esse trabalho em questão é conhecer as opções disponíveis principalmente quanto ao gerenciamento de configuração de redes sem fio.

## **2.8 Gerenciamento de Configuração**

O Gerenciamento de configuração de redes sem fio é apenas um dos tópicos de gerenciamento de rede. Tão importante quanto o gerenciamento de desempenho ou de falhas, a configuração de redes sem fio é dinâmica e pode sofrer grandes alterações ao longo do dia ou devido a outros fatores totalmente externos à infra-estrutura da Telecom. Conhecer e registrar o comportamento de uma rede sem fio em operação possibilita planejar mudanças e adequações nessa rede, de forma a melhor atender aos seus usuários.

Combinado com a monitoração de outras informações da rede o gerenciamento de configuração pode apoiar o diagnóstico de causas para problemas estruturais da rede como, por exemplo, a sensação de lentidão experimentada por alguns usuários, principalmente quando esses problemas são reportados como sazonais ou intermitentes.

No próximo capítulo será descrita uma solução de gerenciamento de configuração de redes sem fio baseada no protocolo SNMP. Trata-se de um protótipo elaborado em linguagem PERL que permitirá a coleta de informações sobre as estações conectadas a cada AP. Além disso, o sistema também irá alterar a configuração da rede sem fio gerenciada, desconectando uma determinada estação de seu AP. A desconexão será realizada caso o AP se aproxime de sua capacidade máxima de conexões ou então o consumo de banda da interface com a rede cabeada se aproxime de um limite estabelecido.

### **3 PROPOSTA DE ESTAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE CONFIGURAÇÃO**

Nesse capítulo é apresentada a proposta de um sistema para gerenciamento de configuração de redes sem fio.

#### **3.1 *Visão Geral***

O sistema proposto nesse trabalho poderá ser utilizado por analistas em telecomunicações como apoio ao diagnóstico de problemas em redes sem fio, bem como, na correção de problemas de desbalanceamento de carga entre APs de uma mesma rede e que possuam intersecção entre suas áreas de cobertura.

O armazenamento das informações recebidas e enviadas pela estação de gerenciamento pode ser utilizado para planejamento de ações futuras de expansão e mudança em redes sem fio com dois ou mais pontos de acesso. A informação sobre quantidade de clientes associados a cada AP pode indicar se a rede em análise possui APs bem localizados ou não. Um AP com excesso de conexões próximo de outro ocioso na maior parte do tempo é uma indicação que algum ajuste de posicionamento deve ser realizado.

O sistema de gerenciamento proposto pode ser utilizado em qualquer rede sem fio, ou seja, redes com dispositivos de qualquer fabricante que implemente em seu equipamento o protocolo SNMP.

O sistema de gerenciamento proposto, através do ajuste dinâmico de configuração de uma rede sem fio, pode garantir aos usuários desta rede o melhor aproveitamento da infra-estrutura instalada e com isso um desempenho uniforme, ou seja, independente da quantidade de estações que se conectam ou desconectam desta rede.

### ***3.2 Descrição geral da solução***

O sistema de gerenciamento de configuração proposto é formado por um software, como citado anteriormente, desenvolvido em linguagem de código aberto, PERL. Este software proposto é composto por módulos que juntos executam duas funções básicas: coletar informações de determinado AP e baseado nestas informações, enviar comandos para alteração de parâmetros neste mesmo AP. A comunicação entre o AP gerenciado e a estação de gerenciamento é realizada através de comandos SNMP.

Para elaboração deste sistema várias MIBs foram pesquisadas em busca de objetos capazes de informar à estação de gerenciamento a quantidade e a identificação das estações conectadas ao AP. As MIBs identificadas para esta função encontram-se listadas no anexo 1 deste trabalho.

O objetivo do sistema de gerenciamento proposto é atuar dinamicamente na rede sem fio alterando a sua configuração de forma a proporcionar a percepção de bom desempenho a todos os usuários conectados. Sendo que essa alteração de configuração é o deslocamento compulsório de uma determinada estação de um ponto de acesso com alta ocupação a outro com mais recursos disponíveis (menor ocupação).

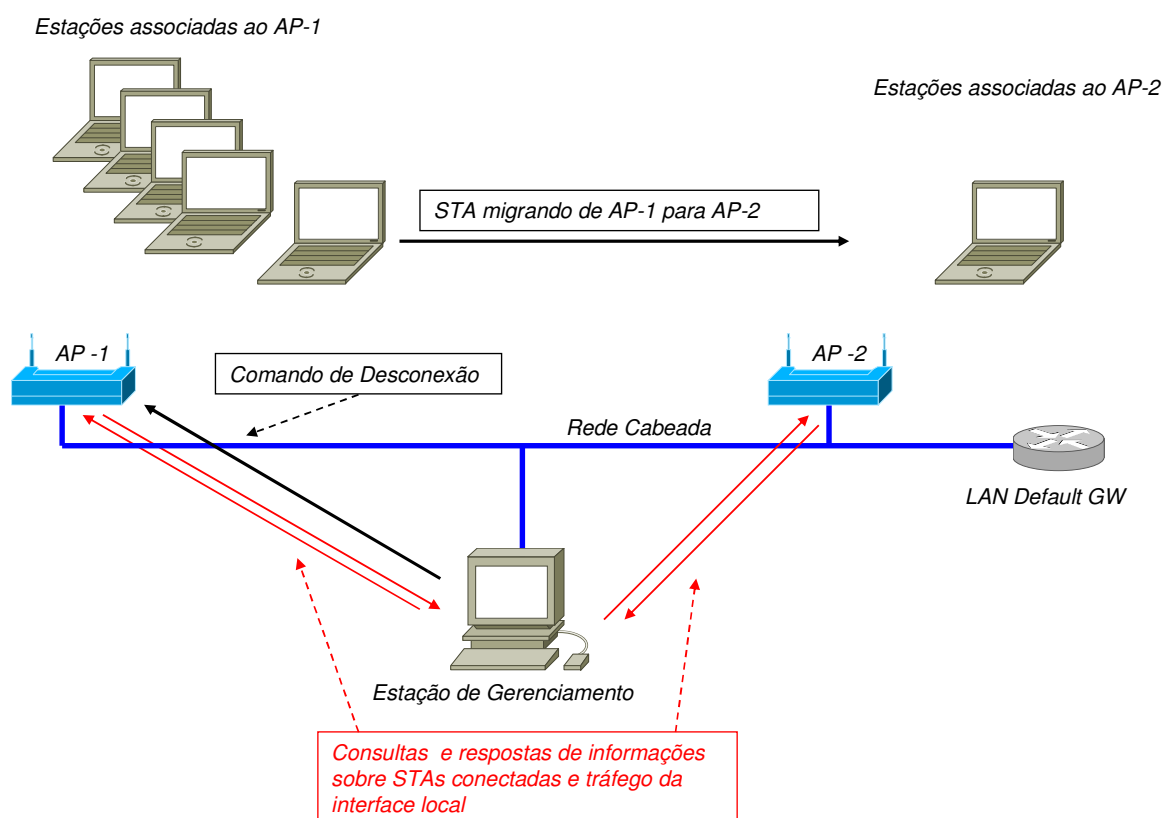
O nível de ocupação de um AP a partir do qual o processo de desconexão será iniciado, deve ser um parâmetro configurável na estação de gerenciamento, podendo ser ajustado de acordo com as condições da rede que se deseja manter assim como às especificações do fabricante do AP gerenciado.

Vários fatores e critérios poderiam ser considerados para a avaliação da ocupação da rede.

Neste trabalho somente será considerada a utilização total da interface local do AP, sem considerar ou diferenciar características de cada conexão da rede

sem fio. O aperfeiçoamento do processo de avaliação da carga do AP e julgamento sobre a desconexão de uma estação poderá ser objeto de desenvolvimento futuro.

A figura 6 mostra um diagrama representando o funcionamento do sistema proposto:



**Figura 6 - Diagrama de funcionamento da estação de gerenciamento**

Considerando como exemplo a topologia representada na figura 6, a estação de gerenciamento fará solicitações constantes aos APs 1 e 2 sobre a quantidade de estações conectadas e a ocupação de sua interface com a rede cabeada. À medida que a quantidade de estações conectadas a cada AP vai se incrementando, o tráfego gerado na conexão com a rede local também é incrementado uma vez que é a única saída para toda a informação recebida e enviada pelo AP. Quando o limite máximo de ocupação da interface com a rede

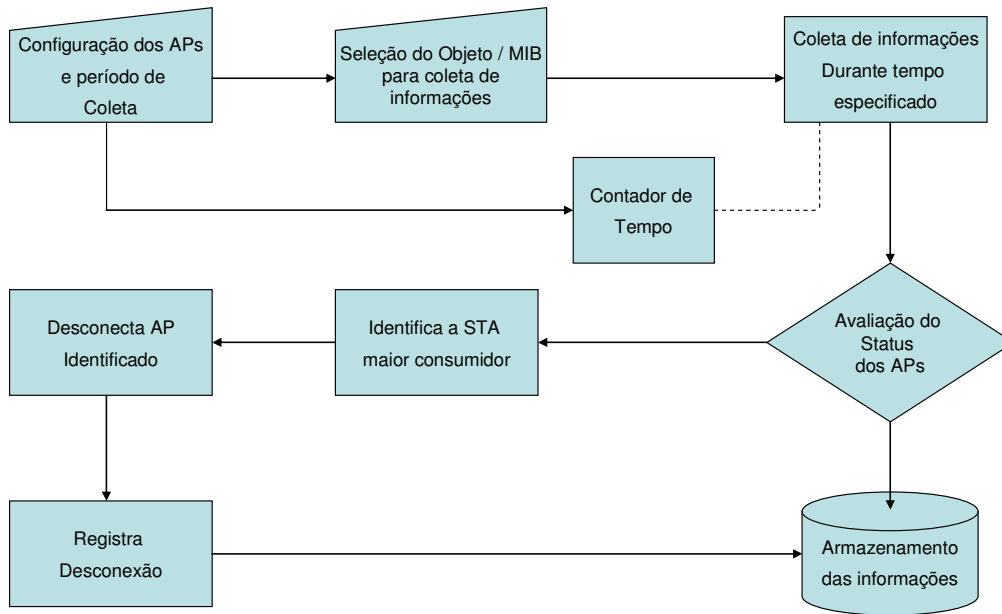
cabeada, configurado e estabelecido pelo operador do sistema for atingido, a estação de gerência envia um comando para a desconexão da última estação associada ao AP.

A desconexão será realizada incluindo o endereço MAC da estação que será desconectada como um endereço não autorizado a conectar-se a esse AP.

Um limite inferior de consumo de banda da interface ethernet deve ser configurado também para que esse bloqueio do endereço MAC seja cancelado e as estações desvinculadas a esse AP possam voltar a utilizá-lo. Este processo de liberação é muito importante uma vez que, caso ele não seja realizado, as estações desconectadas possam vir a ter problemas para conectarem-se novamente a esta rede.

Além da quantidade de estações conectadas outros fatores podem influenciar uma maior ou menor utilização da interface ethernet de um AP. Pode-se citar o tipo de aplicação utilizada na estação, por exemplo, uma estação realizando uma transferência de arquivo (FTP) tende a consumir mais recurso de rede do que uma estação consultando páginas WEB. Estes diferentes comportamentos não serão considerados para a desconexão de uma estação, podendo ser objeto de desenvolvimento futuro.

Tanto para a execução do processo de coleta de informações nos APs como para a desconexão de estações será utilizado comandos SNMP GET, GETBULK e SET. Na figura 7 é representado o fluxo de funcionamento do sistema proposto:



**Figura 7 - Fluxo de ações do sistema de gerenciamento proposto**

### ***3.3 Componentes do sistema***

O sistema de gerenciamento de configuração proposto é composto dos seguintes módulos:

#### **3.3.1 Interpretador de comandos SNMP**

Responsável por traduzir as solicitações aos objetos e MIBs selecionadas executando a operação. É composto pelos módulos Perl SNMP\_UTIL.pm e BER.pm;



### **3.3.2 Coleta de informações**

Responsável por receber as respostas das solicitações realizadas a cada AP e extrair as informações necessárias para avaliação. Nesse módulo são utilizadas as MIBs disponíveis para obtenção das informações necessárias.

### **3.3.3 Análise**

Responsável por avaliar as informações coletadas, comparando-as com os valores especificados de ocupação da rede e a quantidade de estações conectadas por AP e disparar o processo de desconexão de estações. Nesse módulo, os valores coletados são comparados com o limite máximo de ocupação da interface com a rede cabeada estipulado para a rede em análise. Caso o limite seja atingido o processo de ajuste da topologia é disparado.

### **3.3.4 Identificação**

Esse processo é responsável pela identificação da estação com maior consumo de banda no AP onde esta estação encontra-se conectada. Para identificar esta estação o sistema de gerenciamento envia uma solicitação a outros objetos da MIB SNMP do AP solicitando as informações sobre a quantidade de bytes enviados e recebidos por cada estação associada.

### **3.3.5 Ajuste da Topologia**

Esse processo é disparado quando o limite estipulado de ocupação da interface com a rede cabeada é atingido. Esse processo envia uma solicitação SET REQUEST para o AP retirando o MAC e o IP da estação identificada no processo anterior da tabela de estações associadas, e incluindo-os na lista de endereços MAC não autorizados para esse AP, de forma que ela se desassocie deste AP e se associe a outro dentro da área de cobertura.

### 3.3.6 Armazenamento

Esse processo é o responsável por registrar as informações coletadas de cada AP, registrando também as ações de desconexão e ajuste executadas, todas com a identificação de data e hora do registro. Os registros são realizados em arquivo plano permitindo a importação para um programa de planilha eletrônica, possibilitando a geração de relatórios sobre o comportamento da rede.

Na figura 8 é representada a interconexão de cada um dos módulos especificados anteriormente.

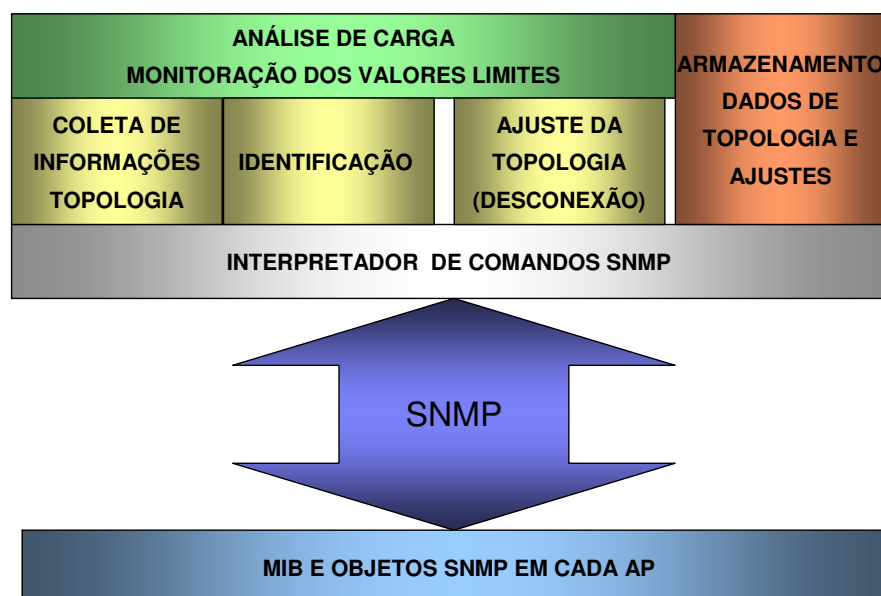


Figura 8 – Relacionamento entre cada módulo do sistema proposto

### **3.4 Objetos e MIBs utilizadas – coleta de informações**

Para a coleta de informações o sistema deve permitir o uso de qualquer objeto SNMP disponível, seja padrão ou específico para um determinado tipo de equipamento.

Dentre as MIBs pesquisadas neste trabalho, será apresentado a seguir dois exemplos utilizados durante a avaliação prática do protótipo do sistema de gerenciamento de redes sem fio.

#### **3.4.1 Para dispositivos do fabricante CISCO:**

Para identificação das estações conectadas aos APs CISCO foi utilizado o Objeto “cDot11ClientIpAddress” ou 1.3.6.1.4.1.9.9.273.1.2.1.1.16 disponível na MIB “CISCO-DOT11-ASSOCIATION-MIB.mib” , especialmente desenvolvida para complementar a MIB padrão no que se refere aos clientes associados a cada AP.

Dentro dessa MIB está especificada uma tabela (*cDot11ClientConfigInfoTable*) que agrega todas as informações sobre os clientes conectados aos APs CISCO, um dos objetos dessa tabela, o objeto 1.3.6.1.4.1.9.9.273.1.2.1.1.16 traz exatamente a informação necessária para o sistema de monitoração e possui a seguinte descrição:

*cDot11ClientIpAddress OBJECT-TYPE*

*SYNTAX InetAddress*

*MAX-ACCESS read-only*

*STATUS current*

*DESCRIPTION*

*"This is the static or DHCP assigned IP address of the client."*

*::= { cDot11ClientConfigInfoEntry 16 }*

Para a coleta das informações sobre a utilização da interface de acesso à rede cabeada foram utilizados dois objetos que pertencem a uma tabela

especificada no grupo interface da RFC 1213 [RFC 1213]. Os objetos são o *ifInOctets* (1.3.6.1.2.1.2.2.1.10) e o *ifOutOctets* (1.3.6.1.2.1.2.2.1.16). A somatória dos valores informados pela consulta a esses dois objetos especificamente da interface Ethernet ou Fast-Ethernet do AP traz a informação sobre como está a ocupação desta interface. Esses dois objetos possuem a seguinte descrição:

*ifInOctets OBJECT-TYPE*

*SYNTAX Counter*

*ACCESS read-only*

*STATUS mandatory*

*DESCRIPTION*

*"The total number of octets received on the interface, including framing characters."*

*::= { ifEntry 10 }*

e

*ifOutOctets OBJECT-TYPE*

*SYNTAX Counter*

*ACCESS read-only*

*STATUS mandatory*

*DESCRIPTION*

*"The total number of octets transmitted out of the interface, including framing characters."*

*::= { ifEntry 16 }*

A MIB complementar desenvolvida para os equipamentos CISCO não possui nenhum objeto que permita a alteração da configuração de um determinado cliente associado ao AP. Seria necessário um objeto com permissão read-write de forma a permitir uma alteração na tabela de endereços MAC com permissão de acesso ao AP.

### 3.4.2 Para dispositivos de outros fabricantes:

Para identificação das estações conectadas aos APs D-link foi utilizado um Objeto disponível dentro da tabela “*assocTable*” (1.3.6.1.4.1.937.3.1.3.1.2) denominado “*assocAddress*” (1.3.6.1.4.1.937.3.1.3.1.2.1.2) disponível na MIB “NWN-DOT11EXT-MIB.mib”, especialmente desenvolvida para complementar a MIBs padrão no que se refere aos clientes associados a cada AP que possuem o *Chipset* NWN utilizado por vários fabricantes como D-Link, LikSys, Edimax, etc.

Nem todos os dispositivos do fabricante D-Link utilizam esse *Chipset* e portanto nem todos os dispositivos de sua linha de produtos possuem essa MIB implementada. O objeto utilizado possui a seguinte descrição:

*assocAddress* OBJECT-TYPE

SYNTAX MacAddress

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"MAC address of a Client associated with the Access Point.

If the association is pending (that is, the Client is scanning, authenticating or associating), *assocAddress* contains the MAC address of that Client with the group bit set to indicate that the Access Point is aware of the presence of that Client. The other objects of the entry will be updated based on the information extracted from the received Probe Requests."

::= { *assocEntry* 2 }

Para dispositivos que possuam o ChipSet ATMEL é possível utilizar outro objeto pertencente a MIB ATMEL-MIB.mib. Esse objeto denominado “AssociatedSTAsInfo” (1.3.6.1.4.1.410.1.2.5.2) também pode trazer as informações sobre as estações associadas a um AP que possuam essa MIB implementada. Esse objeto possui a seguinte descrição:

*AssociatedSTAsInfo* OBJECT-TYPE

SYNTAX OCTET STRING (SIZE (24))

ACCESS read-only

STATUS mandatory

DESCRIPTION

"The associated STAtion's Information.

AssociatedSTAsInfo{

unsigned sort Num;

unsigned char MacAddress[6];

}"

::= { AssociatedStationsGRP 2 }

Vários outros fabricantes como AVAYA, 3COM, MOTOROLA e INTEL também desenvolveram MIBs específicas para seus dispositivos de acesso à rede sem fio. Como já citado anteriormente as demais MIBs pesquisadas estão listadas no anexo 1 deste trabalho. Outras MIBs podem existir que não foram estudadas, já que a quantidade de fabricantes de APs é muito grande. Como o sistema foi planejado em módulos a utilização de qualquer outra MIB ou objeto é possível mediante a inclusão dos OIDs a serem utilizados no banco de informações do sistema de gerenciamento.

### ***3.5 Objetos e MIBs utilizadas – Ajuste da Topologia***

Através do acesso direto aos dispositivos AP é possível não somente verificar quais estações estão conectadas ao AP, mas também forçar a desconexão de qualquer estação conectada. O sistema proposto neste trabalho utiliza essa função para proceder aos ajustes de topologia, forçando a desconexão de uma estação associada a um AP para que ela se associe a outro AP da rede.

Nenhuma das MIBs avaliadas nesse trabalho, seja a MIB padrão RFC 1213 **[RFC 1213]** ou a extensão definida pelo IEEE, a MIB IEEE802DOT11-MIB.mib que traz objetos específicos para a monitoração de equipamentos sem fio, ou as MIBs desenvolvidas pelos fabricantes de equipamentos, possuem objetos disponíveis para o ajuste de topologia, ou seja, os objetos utilizados para

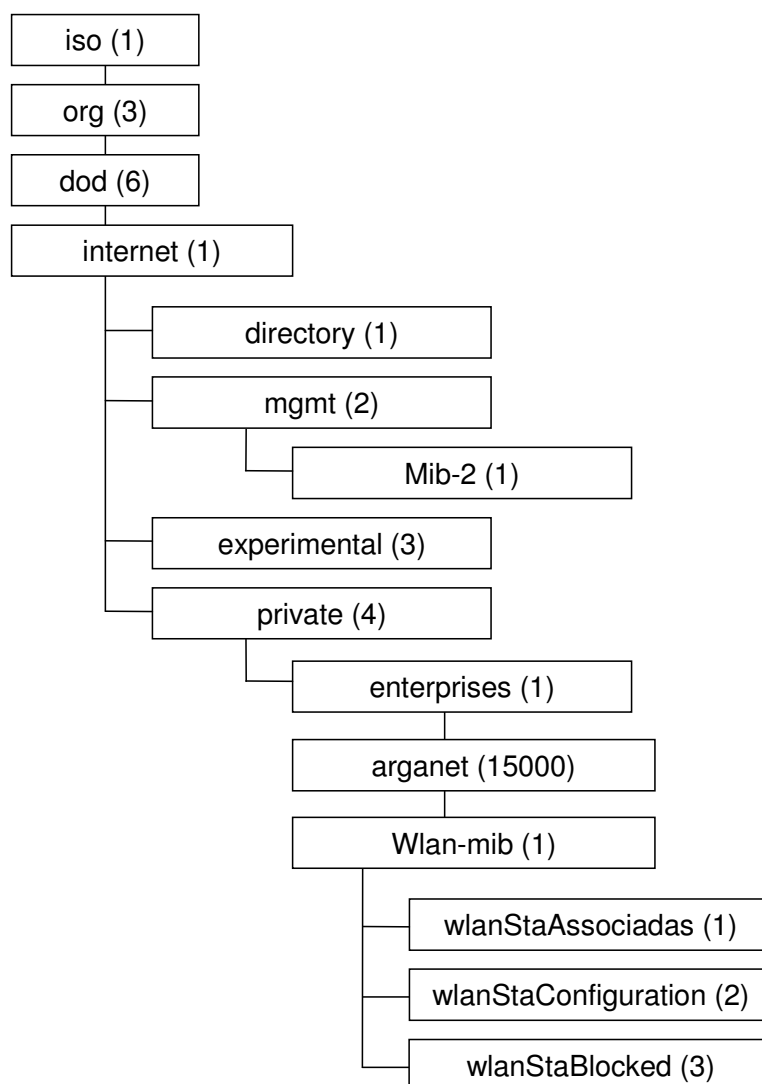
verificar as estações associadas possuem acesso máximo como “READ-ONLY”. Como não é possível com as MIBs existentes executar um comando de SET REQUEST alterando a informação das estações conectadas, nesse trabalho foi desenvolvida uma MIB específica para essa função.

### ***3.6 Proposta de extensão da MIB***

A operação principal do sistema de Gerenciamento proposto é baseada na possibilidade de executar uma desconexão compulsória de uma estação que foi identificada como grande consumidora de recursos de rede de um determinado AP.

Já foi demonstrado anteriormente nesta pesquisa que já existem várias MIBs que permitem a consulta das estações associadas, porém não permitem a desconexão dessas estações.

Para executar tanto a função de desconexão e também de forma a padronizar o acesso as informações sobre as estações associadas a cada AP, foi desenvolvida uma MIB neste estudo com a estrutura representada na figura 9:



**Figura 9 - Estrutura da MIB Wlan-MIB**

### **3.7 Descrição da MIB**

A tabela 1 descreve os objetos da MIB. Em seguida o código da MIB, escrito em SMIv2, é apresentado. A identificação dos objetos, OIDs, são relativos ao *enterprise* fictício denominado arganet, associado também a um número também fictício “15000”. O OID desta MIB está representado como: 1.3.6.1.4.1.15000.

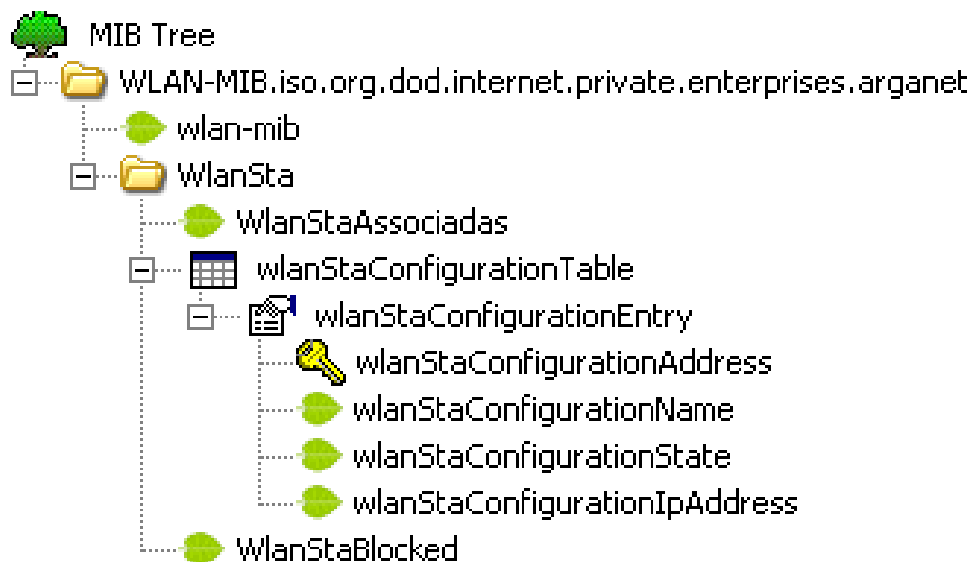


OID	Objeto	Função	Descrição
1.3.6.1.4.1.15000.1	WlanConfigurationTable		Tabela com as informações sobre as estações associadas ao AP.
1.3.6.1.4.1.15000.1.1.1.1	WlanStaConfigurationAddress	Índice da Tabela	Endereço MAC da estação Associada
1.3.6.1.4.1.15000.1.1.1.2	WlanStaConfigurationName	Hostname	Hostname da estação conectada ao AP
1.3.6.1.4.1.15000.1.1.1.3	WlanStaConfigurationState	Estado	Estado em que se encontra a estação identificada em relação ao AP: 1 - INICIAL 2 - Autenticada mas não associada 3 - Autenticada e associada
1.3.6.1.4.1.15000.1.1.1.4	WlanStaConfigurationIpAddress	Endereço IP	Endereço IP da estação associada
1.3.6.1.4.1.15000.1.2	WlanStaBlocked	Endereço MAC	Endereço MAC das estações DESABILITADAS para conetar ao AP

**Tabela 1** - Descrição dos objetos da MIB Wlan-MIB

### 3.7.1 Código da MIB

O código da MIB desenvolvido neste trabalho é apresentado no **ANEXO II**. Na Figura 10 a MIB desenvolvida é representada com os nomes completos de cada objeto dentro da estrutura da MIB II



**Figura 10** - Representação gráfica da MIB desenvolvida

## 4 TESTES DO SISTEMA PROPOSTO

Este capítulo traz os resultados obtidos nos testes realizados com os módulos do sistema de gerenciamento proposto, bem como uma verificação do funcionamento da MIB proposta.

### 4.1 Ambiente de Teste:

Os testes foram realizados utilizando um ambiente híbrido, ou seja, um ambiente real de uma empresa com dispositivos AP distribuídos por um pavimento único associado a um PC com um simulador de objetos SNMP. Com esta configuração foi possível verificar não somente o funcionamento do sistema utilizando MIBs existentes, mas também, verificar o funcionamento da MIB desenvolvida neste trabalho. A seguir serão detalhados os componentes utilizados no teste de cada função do sistema.

#### 4.1.1 Topologia de teste:

Para a realização dos testes foi utilizada a topologia representada na figura 11:

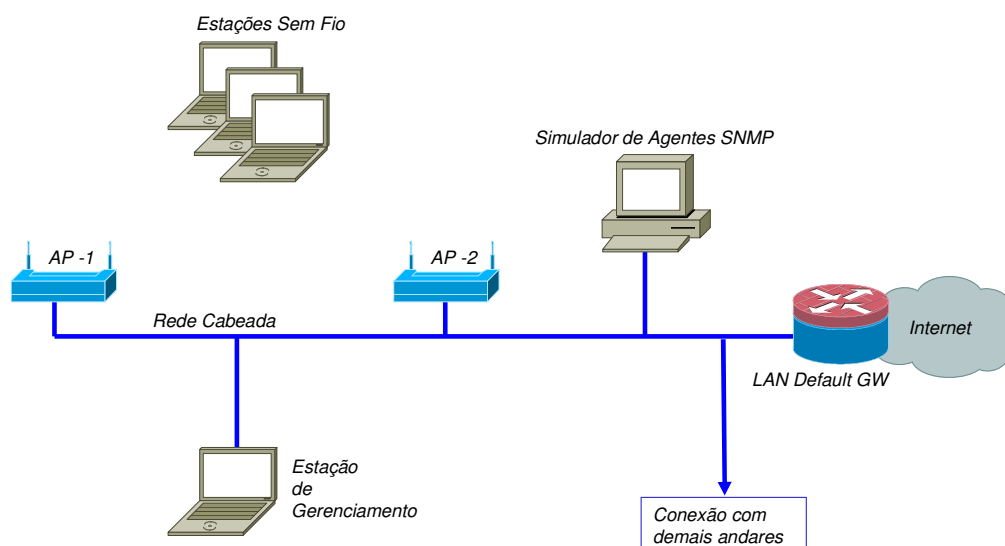


Figura 11 – Topologia utilizada nos testes do sistema

#### **4.1.2 Estação de gerenciamento:**

Hardware utilizado:

Pentium 4 – 2GHz – 512M (RAM)

Sistema Operacional: Windows XP Professional SP-2

#### **4.1.3 Equipamentos Sem fio:**

CISCO Aironet 1120

D-LINK AP-2100

#### **4.1.4 Softwares:**

**PERL:** Active Perl 5.8.8.819

Módulos adicionais: BER.pm, SNMP\_Session.pm e SNMP\_util.pm.

Os módulos adicionais estão disponíveis na Internet para download em <http://search.cpan.org/> e devem ser copiados para o diretório *C:\Perl\lib*.

**AdventNet Simulation Toolkit 6** – SNMP Agent Simulator (Versão de demonstração)

**Ethereal** – Network Protocol Analyzer - Versão 0.99.0

**MIB Browser** – iReasoning Personal Edition – Versão 4.0 (Build 1085)

### ***4.2 Testes Realizados:***

#### **4.2.1 Coleta de dados – MIB existente (CISCO):**

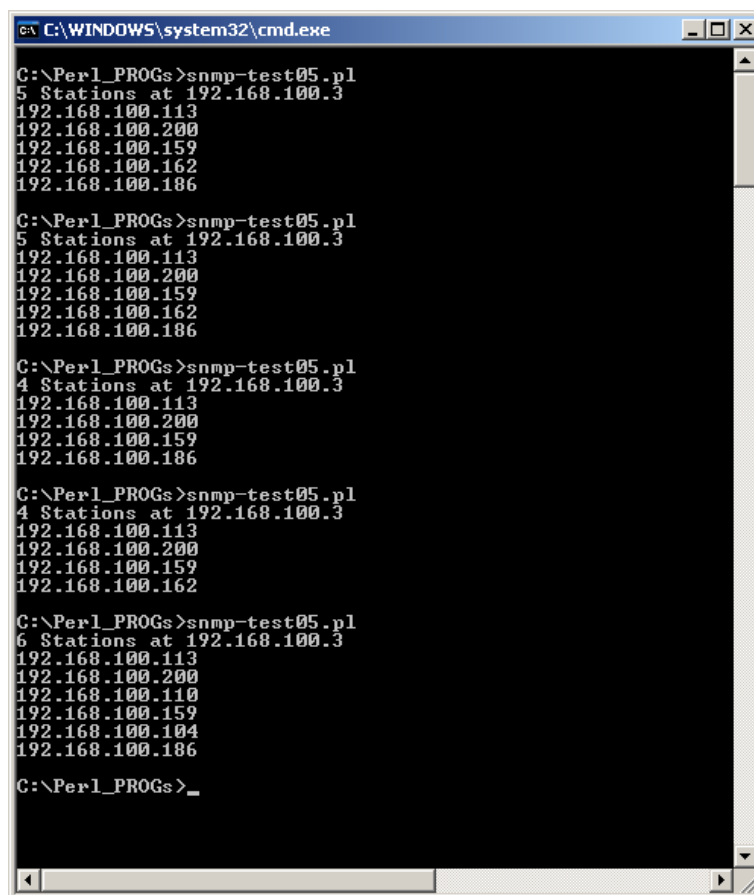
A coleta de informações pode ser realizada tanto através de alguma MIB disponível ou através da MIB desenvolvida nesta pesquisa. O fabricante CISCO possui uma MIB específica para os dispositivos de rede sem fio. Para verificação desse módulo foi utilizada a *MIB CISCO-DOT11-ASSOCIATION-MIB.mib* desenvolvida para APs e o módulo de coleta de informação do sistema:

O módulo testado escrito em linguagem PERL está apresentado a seguir:

```
#!/usr/bin/perl -w
#filename: snmp-test05.pl
#use warnings;
#use diagnostics;

use SNMP_util;
use BER;
my $BSS1 = "192.168.100.1";
my $RO = "public";
my $QTD = 12;
($QTD) = &snmpget ("$RO@$BSS1","1.3.6.1.4.1.9.9.273.1.1.2.1.1.1");
# Dot11ActiveWirelessClients
print $QTD," ", Stations, " ", Atached, " ", "in", " ", $BSS1, "\n";
(@value) = snmpwalk ("$RO@$BSS1","1.3.6.1.2.1.3.1.1.3"); #
cDot11ClientIpAddress
$QTDIP = $QTD -1;
while ($QTDIP>=0) {
@respostas = split(/:/,$value[$QTDIP]);
@IP = split (//,$respostas[1]);
print ord $IP[0],".", ord $IP[1],".", ord $IP[2],".", ord$IP[3],"\n";
$QTDIP --; }
```

Na figura 12 está reproduzida a tela da estação de gerenciamento com 5 coletas realizadas;



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Perl_PROGs>snmp-test05.pl
5 Stations at 192.168.100.3
192.168.100.113
192.168.100.200
192.168.100.159
192.168.100.162
192.168.100.186

C:\Perl_PROGs>snmp-test05.pl
5 Stations at 192.168.100.3
192.168.100.113
192.168.100.200
192.168.100.159
192.168.100.162
192.168.100.186

C:\Perl_PROGs>snmp-test05.pl
4 Stations at 192.168.100.3
192.168.100.113
192.168.100.200
192.168.100.159
192.168.100.186

C:\Perl_PROGs>snmp-test05.pl
4 Stations at 192.168.100.3
192.168.100.113
192.168.100.200
192.168.100.159
192.168.100.162

C:\Perl_PROGs>snmp-test05.pl
6 Stations at 192.168.100.3
192.168.100.113
192.168.100.200
192.168.100.110
192.168.100.159
192.168.100.104
192.168.100.186

C:\Perl_PROGs>_
```

Figura 12 - Coleta de informações utilizando MIB CISCO.

#### 4.2.2 Testes MIB Desenvolvida:

Para realização de testes com a MIB desenvolvida foi utilizada uma versão “demo” do software *AdventNet SNMP Agent Simulator*. Por se tratar de um simulador e ainda em uma versão de avaliação, não foi possível registrar o funcionamento de todas as funções para a qual a MIB foi criada.

O uso do simulador também tem a finalidade de verificar se a MIB desenvolvida foi compilada corretamente na linguagem ASN.1, caso haja algum erro o compilador não carrega a MIB e não permite a simulação de seu uso.

Na figura 13 é mostrada a tela do simulador com a MIB carregada e pronta para simulação.

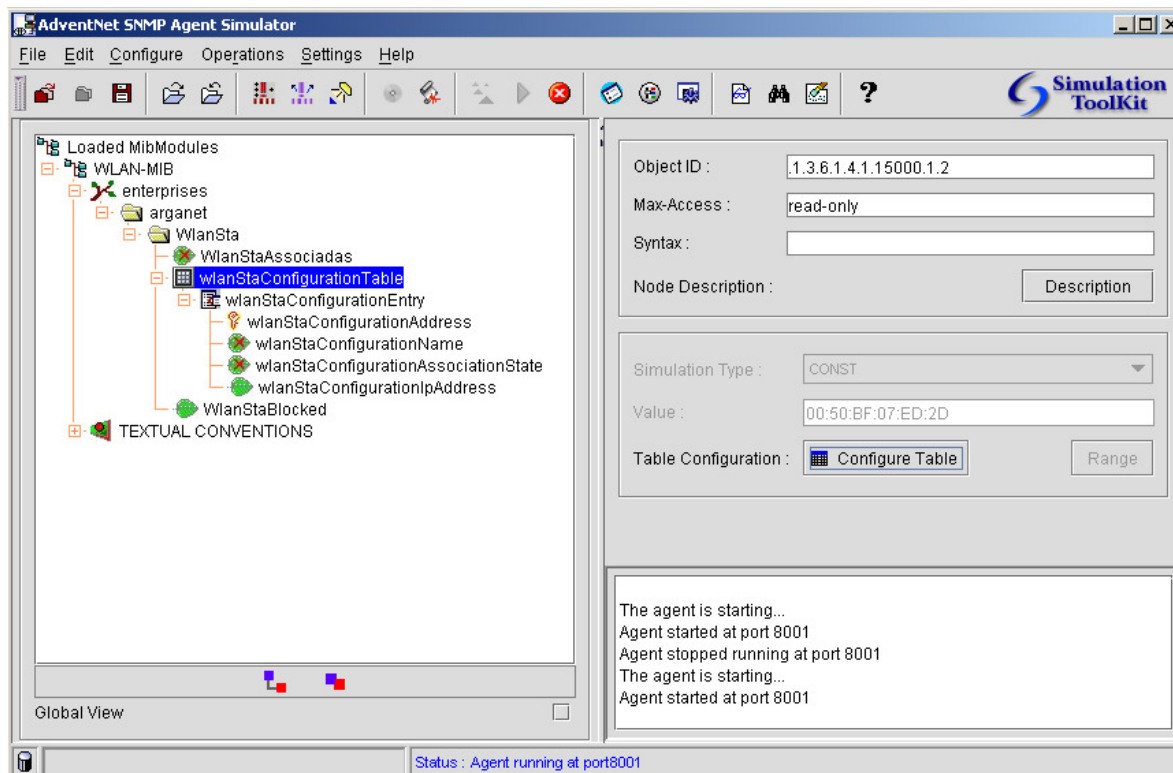


Figura 13 - Tela do Simulador de Agente SNMP.

#### 4.2.2.1 Verificação da quantidade de estações conectadas:

Para verificação da quantidade de estações conectadas foi utilizado o objeto “WlanStaAssociadas” (1.3.6.1.4.1.15000.1.1) da MIB desenvolvida neste trabalho. Na figura 14 está reproduzida a tela da estação de gerenciamento após as requisições a este OID.

```

c:\ Prompt de comando
C:\Perl_PROGs\TESTES FINAIS>snmp-test-MIBWlan1.pl
5 Stations at 192.168.100.243
C:\Perl_PROGs\TESTES FINAIS>snmp-test-MIBWlan1.pl
14 Stations at 192.168.100.243
C:\Perl_PROGs\TESTES FINAIS>snmp-test-MIBWlan1.pl
14 Stations at 192.168.100.243
C:\Perl_PROGs\TESTES FINAIS>snmp-test-MIBWlan1.pl
10 Stations at 192.168.100.243
C:\Perl_PROGs\TESTES FINAIS>snmp-test-MIBWlan1.pl
11 Stations at 192.168.100.243
C:\Perl_PROGs\TESTES FINAIS>

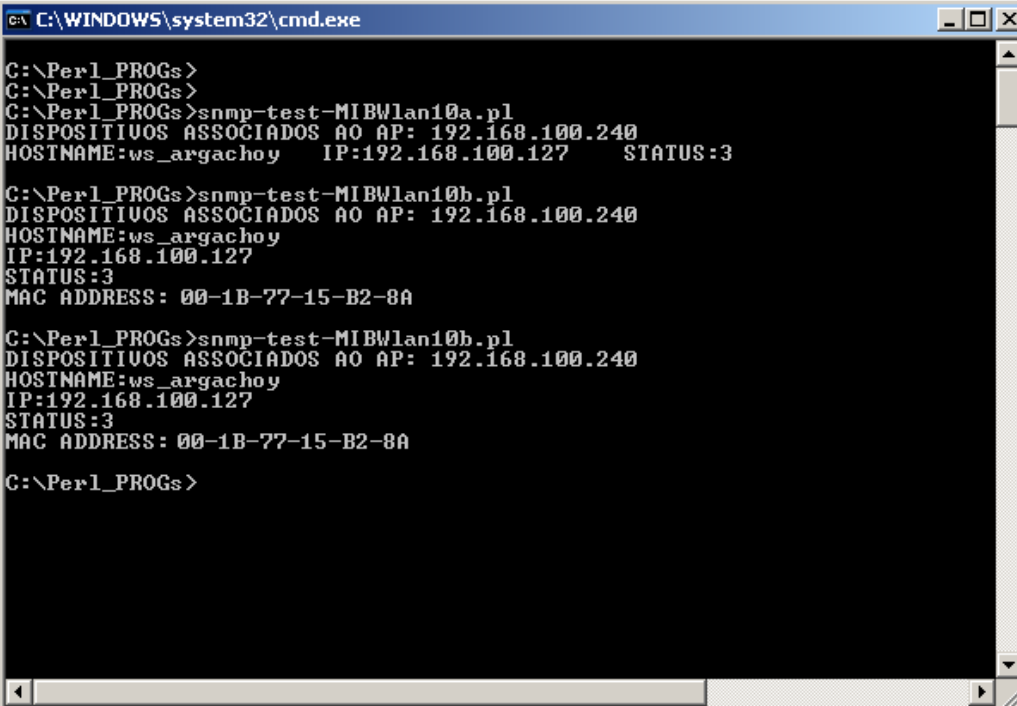
```

Figura 14 - Tela Estação de Gerenciamento 1.

#### 4.2.2.2 Verificação da identificação das estações associadas:

A MIB desenvolvida também possui objetos capazes de identificar as estações conectadas a um determinado AP. Através de solicitações aos objetos da tabela especificada é possível obter não somente o endereço IP mas também o *Hostname* da estação ou estações associadas. Na figura 15 é reproduzida a tela da estação de gerenciamento com a coleta destas informações.

Neste exemplo o STATUS da estação é 3, o que significa autenticada e associada à rede sem fio conforme especificado na MIB desenvolvida.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Perl_PROGs>
C:\Perl_PROGs>
C:\Perl_PROGs>snmp-test-MIBWlan10a.pl
DISPOSITIVOS ASSOCIADOS AO AP: 192.168.100.240
HOSTNAME:ws_argachoy IP:192.168.100.127 STATUS:3
C:\Perl_PROGs>snmp-test-MIBWlan10b.pl
DISPOSITIVOS ASSOCIADOS AO AP: 192.168.100.240
HOSTNAME:ws_argachoy
IP:192.168.100.127
STATUS:3
MAC ADDRESS: 00-1B-77-15-B2-8A
C:\Perl_PROGs>snmp-test-MIBWlan10b.pl
DISPOSITIVOS ASSOCIADOS AO AP: 192.168.100.240
HOSTNAME:ws_argachoy
IP:192.168.100.127
STATUS:3
MAC ADDRESS: 00-1B-77-15-B2-8A
C:\Perl_PROGs>
```

Figura 15 - Tela Estação de Gerenciamento 2.

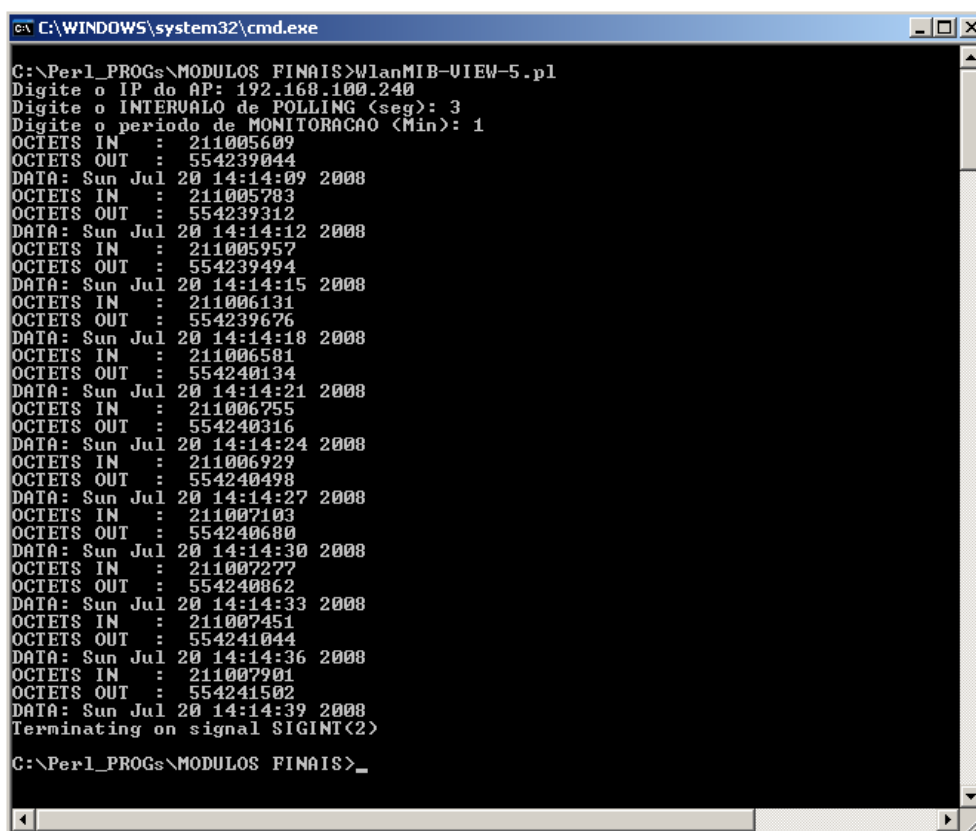
#### 4.2.2.3 Verificação da ocupação do AP:

O sistema de gerenciamento monitora as estações conectadas ao AP e verifica a utilização da interface do AP com a rede cabeada, normalmente uma interface Ethernet ou FastEthernet. O limite máximo de utilização desta

interface pode ser ajustado conforme a quantidade de APs nesta rede e os demais componentes das rede cabeada (Switches, HUBs e Roteadores).

Para monitorar o uso desta interface podem ser utilizados em conjunto dois objetos da MIB especificada na RFC 1213. Os dois objetos são ifInOctets (OID 1.3.6.1.2.1.2.2.1.10) e ifOutOctets (OID 1.3.6.1.2.1.2.2.1.16) que pertencem a tabela ifTable (OID .1.3.6.1.2.1.2.2).

A monitoração da variação dos valores destes dois objetos fornece a informação sobre a quantidade de octetos trafegados na interface e em consequência da utilização total da mesma. Na figura 16 é reproduzida a tela da Estação de Gerenciamento com a coleta dos valores destes dois objetos citados.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Perl_PROGS\MODULOS_FINAIS>WlanMIB-VIEW-5.pl
Digite o IP do AP: 192.168.100.240
Digite o INTERVALO de POLLING <seg>: 3
Digite o periodo de MONITORACAO <Min>: 1
OCTETS IN : 211005609
OCTETS OUT : 554239044
DATA: Sun Jul 20 14:14:09 2008
OCTETS IN : 211005783
OCTETS OUT : 554239312
DATA: Sun Jul 20 14:14:12 2008
OCTETS IN : 211005957
OCTETS OUT : 554239494
DATA: Sun Jul 20 14:14:15 2008
OCTETS IN : 211006131
OCTETS OUT : 554239676
DATA: Sun Jul 20 14:14:18 2008
OCTETS IN : 211006581
OCTETS OUT : 554240134
DATA: Sun Jul 20 14:14:21 2008
OCTETS IN : 211006755
OCTETS OUT : 554240316
DATA: Sun Jul 20 14:14:24 2008
OCTETS IN : 211006929
OCTETS OUT : 554240498
DATA: Sun Jul 20 14:14:27 2008
OCTETS IN : 211007103
OCTETS OUT : 554240680
DATA: Sun Jul 20 14:14:30 2008
OCTETS IN : 211007277
OCTETS OUT : 554240862
DATA: Sun Jul 20 14:14:33 2008
OCTETS IN : 211007451
OCTETS OUT : 554241044
DATA: Sun Jul 20 14:14:36 2008
OCTETS IN : 211007901
OCTETS OUT : 554241502
DATA: Sun Jul 20 14:14:39 2008
Terminating on signal SIGINT<2>
C:\Perl_PROGS\MODULOS_FINAIS>_
```

Figura 16 - Tela Estação de Gerenciamento - 3.



#### **4.2.2.4 Verificação do comando de ajuste de topologia:**

O Sistema de gerenciamento proposto executa o ajuste da topologia incluindo a estação em uma “lista negra” de acesso, ou seja, incluindo o endereço MAC da estação na lista dos endereços não habilitados a utilizarem aquele AP. Esse procedimento força a estação a se associar a outro AP, presente na rede e dentro do alcance da estação móvel.

O tempo de inclusão nesta lista negra depende da ocupação do AP, permitindo que a estação volte a se conectar nesse AP quando a utilização do mesmo estiver abaixo do valor especificado como máximo. Outra maneira de realizar esta alteração de topologia seria a alteração direta da tabela de estações associadas ao AP, incluindo a estação em um outro AP e forçando a migração dessa estação para outro AP.

Esta funcionalidade não foi testada devido ao simulador de objetos SNMP utilizado não permitir a gravação / alteração do valor de um objeto mesmo que ele possua em sua especificação o acesso máximo de escrita. O comando SNMP SET foi utilizado e aceito pelo simulador neste teste, mas o objeto manteve o valor especificado pelo simulador. A confirmação do aceite do comando pode ser verificado na Figura 17 que reproduz a tela de um analisador de pacotes utilizado para capturar o pacote SNMP SET e a resposta do simulador de agentes SNMP.

The screenshot displays the SET-MAC - Ethereal interface. The top menu includes File, Edit, View, Go, Capture, Analyze, Statistics, and Help. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations and network analysis. A filter bar is present with an 'Expression...' field and 'Clear' and 'Apply' buttons.

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	192.168.100.243	10.0.0.138	NBNS	Refresh NB W-SA-MARGACHOY<20>
2	1.427393	192.168.100.1	192.168.100.243	SNMP	SET SNMPv2-SMI::enterprises.15000.1.3
3	1.428213	192.168.100.243	192.168.100.1	SNMP	RESPONSE SNMPv2-SMI::enterprises.15000.1.3
4	1.499817	192.168.100.243	10.0.0.138	NBNS	Refresh NB W-SA-MARGACHOY<20>
5	2.999839	192.168.100.243	10.0.0.138	NBNS	Refresh NB W-SA-MARGACHOY<20>

Below the packet list, the details for Frame 3 (104 bytes on wire, 104 bytes captured) are shown:

- Ethernet II, Src: Dell\_55:3d:e0 (00:15:c5:55:3d:e0), Dst: AsustekC\_4b:ef:1a (00:11:d8:4b:ef:1a)
- Internet Protocol, Src: 192.168.100.243 (192.168.100.243), Dst: 192.168.100.1 (192.168.100.1)
- User Datagram Protocol, Src Port: snmp (161), Dst Port: 3450 (3450)
- Simple Network Management Protocol
  - version: 2C (1)
  - Community: private
  - PDU type: RESPONSE (2)
  - Request Id: 0x0bb57adf
  - Error Status: NO ERROR (0)
  - Error Index: 1
  - object identifier 1: 1.3.6.1.4.1.15000.1.3 (SNMPv2-SMI::enterprises.15000.1.3)
  - value: STRING: "00:55:ED:AA:BB:F1"

At the bottom, a hex dump of the frame data is displayed:

```

0000 00 11 d8 4b ef 1a 00 15 c5 55 3d e0 08 00 45 00  ...K... .U=...E.
0010 00 5a 25 64 00 00 80 11 ca e9 c0 a8 64 f3 c0 a8  .Z%d... ..d...
0020 64 01 00 a1 0d 7a 00 46 38 fb 30 3c 02 01 01 04  d...z.F 8.0<....
0030 07 70 72 69 76 61 74 65 a2 2e 02 04 0b b5 7a df  .private .....z.
0040 02 01 00 02 01 01 30 20 30 1e 06 09 2b 06 01 04  .....0 0...+.
0050 01 f5 18 01 03 04 11 30 30 3a 35 35 3a 45 44 3a  .....0 0:55:ED:
0060 41 41 3a 42 42 3a 46 31                          AA:BB:F1

```

The status bar at the bottom indicates the file path: "W:\MARCOS\MESTRADO\REDAÇÃO\SET-MAC" 642 Bytes 00:00:02

Figura 17 - Tela do Analisador de pacotes – Comando SNMP SET.

## 5 CONCLUSÕES E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

### *5.1 Conclusões*

A abordagem do tema, Utilização do Protocolo SNMP para Gerenciamento de Configuração de Redes Sem Fio IEEE 802.11, teve como objetivo central o desenvolvimento de um sistema capaz de identificar as estações associadas a um determinado AP. Caso esse elemento se aproxime de sua capacidade máxima de suportar clientes sem fio, ajustar a topologia da rede desconectando as estações do AP sobrecarregado para que sejam assumidas por outro AP dentro da mesma área de cobertura.

Durante esta pesquisa vários modelos de APs de fabricantes bastante conhecidos no mercado como CISCO, LINKSYS, D-LINK, EDMAX, LUCENT e INTEL foram estudados.

As informações sobre estações associadas podem ser obtidas em todos os modelos avaliados através do acesso direto à interface de gerenciamento do próprio dispositivo, seja através de linhas de comando ou de uma interface gráfica via WEB. O que foi constatado durante esse trabalho é que pouquíssimos equipamentos possuem implementada alguma MIB capaz de ler essa informação e disponibilizá-la através de alguma requisição SNMP.

Outro ponto crítico para o desenvolvimento do sistema de gerenciamento de configuração foi o fato, de mesmo que, alguns poucos modelos de APs possuam alguma MIB capaz de fornecer as informações necessárias, essas informações não poderiam ser modificadas no AP. Em todas as MIBs pesquisadas, os objetos definidos que trazem os endereços IP ou MAC das estações conectadas possuem acesso somente para leitura o que inviabiliza a manipulação desta lista e em conseqüência inviabilizando a gestão da configuração da rede.

Como conseqüência desta constatação, neste trabalho foi desenvolvida uma MIB capaz de não somente informar quais estações estão sendo conectadas a cada AP mas também retirar alguma estação dessa lista.

A MIB desenvolvida nesta pesquisa foi validada através de testes de laboratório simulando a sua implementação em um AP.

A homologação da estação de gerenciamento de configuração não foi realizada com todos os seus módulos integrados, e sim comprovando a viabilidade de implementação de seus módulos principais (Coleta e Alteração da Topologia).

A implantação do sistema proposto neste trabalho é hoje inviável devido ao fato dos fabricantes não disponibilizarem equipamentos que permitam, através do SNMP, a manipulação da configuração das estações associadas a cada AP.

A publicação da nova extensão do padrão 802.11, o 802.11v, deve trazer objetos novos capazes de gerenciar dinamicamente a configuração de uma rede sem fio. Com certeza a experiência adquirida no decurso desse trabalho deverá ajudar o desenvolvimento de aplicações para a nova MIB.

## ***5.2 Contribuições***

A contribuição mais significativa deste trabalho é a MIB desenvolvida para a avaliação e gestão da configuração de redes sem fio no padrão 802.11. Mesmo não sendo implementada nos dispositivos comercialmente disponíveis, pode servir como orientação em futuras implementações.

O módulo de coleta de informações, testado com a MIB proprietária da CISCO mostra que é possível, através de ferramentas de baixo custo obter informações importantes sobre os APs de uma rede, mesmo sendo uma rede de grandes dimensões e com uma grande quantidade de dispositivos.

Outra contribuição importante deste trabalho é a pesquisa realizada sobre as MIBs dos diversos fabricantes e a constatação que mesmo possuindo MIBs específicas para seus dispositivos é comum serem encontrados no mercado APs que não possuem nenhuma MIB ou objeto SNMP implementado.

### ***5.3 Futuro para este trabalho***

O término desta dissertação não deve significar o fim da pesquisa sobre o gerenciamento de configuração através do protocolo SNMP. A divulgação do padrão 802.11v deve levar os fabricantes de APs a implementarem novos objetos capazes de executar as mesmas funções executadas pela MIB, viabilizando a utilização de ferramentas, como as propostas neste trabalho.

O gerenciamento da configuração de redes sem fio também pode ser utilizado de outras formas. A identificação de um cliente de rede sem fio 802.11 e do seu comportamento dentro da rede pode viabilizar a implantação de outros serviços como os já disponíveis para a tecnologia celular e *Bluetooth*.

O processo de avaliação e atuação na rede sem fio utilizado foi a ocupação do AP, analisando se a interface com a rede local está ou não próxima de seu limite. Apesar de válido esse é somente um dos critérios possíveis de serem utilizados, outros podem ser desenvolvidos em trabalhos futuros como, por exemplo, considerar a diferenciação do tráfego de uma determinada estação antes de desconectá-la. Considerar o tipo de protocolo que está sendo utilizado também abre uma grande quantidade de considerações, por exemplo, se a estação está recebendo um vídeo ou estabeleceu uma conexão de voz, o processo de desconexão compulsória pode gerar problemas, para esse usuário, maiores do que a utilização de um AP sobrecarregado.

## REFERÊNCIAS

[**3COM 2008**] Especificações técnicas do AP 3COM 8760. Disponível on line em: < [http://www.3com.com/prod/pt\\_LA\\_AMER/detail.jsp?tab=features&sku=3CRWE876075](http://www.3com.com/prod/pt_LA_AMER/detail.jsp?tab=features&sku=3CRWE876075)>. Acesso em: 12 Dez. 2007.

[**BOO 2003**] Boo, Sun Jeon, Eun, Jin Ko e Gil, Haeng Lee. Network management system for wireless LAN service. Paper apresentado no “IEEE 10<sup>th</sup> International Telecommunications Conference”, 2003 - páginas: 948 - 953 vol.2. USA. 2003.

[**CISCO 2008**] CISCO IOS Software Configuration Guide for Aironet Access Point, 12.2 (13). Disponível em: [www.cisco.com/en/US/docs/wireless/access\\_point/12.2\\_13\\_JA/configuration/guide/s13ssid.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/wireless/access_point/12.2_13_JA/configuration/guide/s13ssid.html)> Acesso em: 12 Dez. 2007.

[**CISCOWORKS 2008**] CiscoWorks LAN Management Solution (LMS) <http://www.cisco.com/en/US/products/sw/cscowork/ps2425/index.html>> Acesso em: 20 Set. 2007

[**COZENS 2000**] COZENS, Simon. Beginning Perl. 1<sup>a</sup> ed. USA: Wrox Press, 2000. 648 p.

[**GARTNER 2005**] Rachna Ahlawat e Cristian Canales – GARTNER GROUP - Disponível *on line* em: [http://www.gartner.com/research/focus\\_areas/asset\\_48265.jsp](http://www.gartner.com/research/focus_areas/asset_48265.jsp)>. Acesso em: 30 Mai. 2005.

[**GAST 2005**] GAST, S. Matthew. 802.11 Wireless Network – The Definitive Guide. 2<sup>a</sup> ed. USA: OReilly, 2005. 656 p.

[**HAYKIN 2008**] HAYKIN, Simon; MOHER, Michael. Sistemas Modernos de Comunicação Wireless. São Paulo: ARTMED, 2008. 580 p.

**[IEEE 1999]** IEEE Computer Society - Standards Committee. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE 802.11-1999, 1999. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org>>. Acesso em: 15 Jan. 2007.

**[IEEE 2005]** [http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tgv\\_update.htm](http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tgv_update.htm)

**[IENO 2003]** Ieno Júnior, Egídio. Uma proposta de Metodologia para análise de Desempenho de Redes IEEE 802.11 Combinando a Gerencia SNMP e ferramentas de Simulação. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)-INATEL-Instituto Nacional de Telecomunicações. Minas Gerais, 2003. Disponível em:<<http://www.inatel.br/docentes/alberti/opnet/teses/>>. Acesso em: 15 jul. 2007.

**[KANTOROVITCH 2001]** Kantrovitch, Julia; Shelby, D. Zach; Saarinen, Tommi; Mähönen, Petri. Wireless SNMP: Artigo Técnico. 2001. University of Oulu-Centre for Wireless Communications. Oulu – Finlândia. Disponível em: <[http://www.isoc.org/inet2001/CD\\_proceedings/T96/INET\\_Wireless\\_SNMP\\_paper.html](http://www.isoc.org/inet2001/CD_proceedings/T96/INET_Wireless_SNMP_paper.html)>. Acesso em: 11 Set. 2007.

**[KIM 2005]** KIM, Minkyung; KOTZ, David. Modeling Users Mobility Among WiFi Access Points. Artigo apresentado no “International Workshop on Wireless Traffic Measurements and Modeling”. Páginas 19 – 24. USA: 2005

**[KUROSE 2005]** Kurose, F. James, Ross, W. Keith. Redes de Computadores e a Internet. Tradução da 3ª Ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006.

**[LI 2004]** Li, Harry e Chen, Guangjing. Wireless LAN Network Management System Artigo apresentado no “IEEE Industrial Electronics International Symposium – 2004”. 2004 – páginas 615 à 620 – Volume 1. USA.2004.

**[MAURO 2005]** MAURO, Douglas; SCHMIDT, Kevin. Essential SNMP 2<sup>nd</sup> Edition. California – USA: O’Reilly, 2005. 460 p.

**[MILLER 1999]** MILLER, A. Mark. Managing Internetworks with SNMP. 3<sup>a</sup> ed. USA: John Wiley Consumer, 1999. 661 p.

**[REID 2002]** REID, Neill; SEIDE, RON. 802.11 (WiFi) Networking Handbook. 1<sup>a</sup> ed. USA: McGraw-Hil, 2002. 363 p.

**[RFC 1156]** S. Deering. "ICMP Router Discovery Messages", RFC 1256, set. 1991. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1256.txt>

**[RFC 1213]** K. McClohire e M.T. Rose. "Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based Internets: MIB-II, RFC 1213, mar. 1991. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1213.txt>.

**[RFC 2011]** K. McClohire. "SNMPv2 Management Information Base for the Internet Protocol using SMIv2", RFC 2011, nov. 1996. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2011.txt>.

**[RFC 3139]** L. Sanchez, K. McClohire e J. Saperia. "Requirements for Configuration Management of IP-Based Networks", RFC 3139, jun. 2001. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3139.txt>

**[SIEVER 1999]** SIEVER, Ellen; SPAINHOUR, Stephen; PATWARDHAN, Nathan. PERL - Guia Completo. O'Reilly. Tradução Eveline Vieira Machado. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 1999. 679 p.

**[SILVA 2004]** SILVA, Andrei Oliveira, SCHNEIDER, Paulo Henrique, CABRAL, Fabricio. D'Avila, BEZERRA, Eduardo Augusto, OLIVEIRA, João Batista, SILVA, Ana Cristina Benso. Towards Service and User Discovery on Wireless Networks. Artigo apresentado no 2<sup>o</sup> Workshop Internacional sobre Gerenciamento de Mobilidade Protocolos de acesso Wireless – "MobiWac 2004". Sessão4. páginas 79 à 82. USA: 2004, ACM Press.



**[STALLINGS 1998]** STALLINGS, William. SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2. 3<sup>a</sup> ed. USA: Addison Wesley Pear, 1998. 620 p.

**[TANENBAUM 2003]** Tanenbaum, S. Andrew. Redes de Computadores. Tradução da 4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 384 p.

**[TELECO 2008]** <http://www.teleco.com.br/wifi.asp>

**[TSE 2005]** TSE, David; VISWANATH, Pramod. Fundamentals of Wireless Communication. USA: Cambridge, 2005. 586 p.

**[YEO 2005]** YEO, Jihwang; YOUSSEF, Moustafa; HENDERSON, Tristan; AGRAWALA, Ashok. An Accurate Technique for Measuring the Wireless Side of Wireless Networks. Paper presented at the International Workshop on Wireless Traffic Measurements and Modeling. P 13 – 18. USA: 2005

## APÊNDICE I – MIB DESENVOLVIDA

Este anexo traz a MIB desenvolvida neste trabalho “WLAN-MIB10.mib”  
codificada em ASN.1

```
-- WLAN-MIB.mib:  
-- WLAN MIB file  
--  
-- June 2008, Marcos Argachoy
```

```
WLAN-MIB DEFINITIONS ::= BEGIN
```

```
IMPORTS
```

```
    MODULE-IDENTITY,
```

```
    OBJECT-TYPE,
```

```
    NOTIFICATION-TYPE,
```

```
    Integer32,
```

```
    Counter32
```

```
        FROM SNMPv2-SMI
```

```
    DisplayString,
```

```
    MacAddress,
```

```
    IpAddress
```

```
        FROM SNMPv2-TC;
```

```
-- MODULE IDENTITY
```

```
arganet OBJECT IDENTIFIER ::= {enterprises 15000 }
```

```
wlan-mib MODULE-IDENTITY
```

```
    LAST-UPDATED "Versão Inicial"
```

```
    ORGANIZATION "Argachoy"
```

```
    CONTACT-INFO
```

"E-mail: marcos.argachoy@globo.com"

#### DESCRIPTION

"Esta é uma MIB desenvolvida para complementar o gerenciamento de dispositivos sem fio Permitindo a verificação das estações conectadas e também realizando a desconexão dessas estações caso seja necessário."

::= { arganet 1 }

WlanStaConfigurationStatus ::= TEXTUAL-CONVENTION

STATUS	current
DESCRIPTION	"identifica o status da estação conectada 1 - Inicial - Solicitando associação 2 - Autenticada mas não associada 3 - Autenticada e Associada"
SYNTAX	Integer32 (1..3)

arganet OBJECT IDENTIFIER ::= { enterprises 15000 }

WlanSta OBJECT IDENTIFIER ::= { arganet 1 }

### -- QUANTIDADE DE ESTAÇÕES CONECTADAS

WlanStaAssociadas OBJECT-TYPE

SYNTAX Gauge32 (0..2007)

UNITS "Device"

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

#### DESCRIPTION

"Quantidade de estações Wireless associadas ao AP."

::= { WlanSta 1 }

## -- INFORMAÇÕES SOBRE AS ESTAÇÕES CONECTADAS

wlanStaConfigurationTable OBJECT-TYPE

SYNTAX SEQUENCE OF WlanStaConfigurationEntry

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"Tabela com as informações sobre as estações associadas."

::= { WlanSta 2 }

wlanStaConfigurationEntry OBJECT-TYPE

SYNTAX WlanStaConfigurationEntry

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"Linha conceitual da tabela"

INDEX { wlanStaConfigurationAddress }

::= { wlanStaConfigurationTable 1 }

WlanStaConfigurationEntry ::=

SEQUENCE {

wlanStaConfigurationAddress            MacAddress,

wlanStaConfigurationName            DisplayString,

wlanStaConfigurationAssociationState    Integer32,

wlanStaConfigurationIpAddress        IpAddress

}

wlanStaConfigurationAddress OBJECT-TYPE

SYNTAX MacAddress

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"Endereço de rede (MAC)da estação associada."

::= { wlanStaConfigurationEntry 1 }

**wlanStaConfigurationName OBJECT-TYPE****SYNTAX** DisplayString**MAX-ACCESS** read-only**STATUS** current**DESCRIPTION**

"Hostname da estação associada."

::= { wlanStaConfigurationEntry 2 }

**wlanStaConfigurationAssociationState OBJECT-TYPE****SYNTAX** Integer32**MAX-ACCESS** read-only**STATUS** current**DESCRIPTION**

"identifica o status da estação conectada

1 - Inicial - Solicitando associação

2 - Autenticada mas não associada

3 - Autenticada e Associada"

::= { wlanStaConfigurationEntry 3 }

**wlanStaConfigurationIpAddress OBJECT-TYPE****SYNTAX** IpAddress**MAX-ACCESS** read-write**STATUS** current**DESCRIPTION**

"Endereço IP atribuído a estação associada."

::= { wlanStaConfigurationEntry 4 }

**-- ESTAÇÕES COM DESCONEXÃO FORÇADA DESSE AP**

WlanStaBlocked OBJECT-TYPE

SYNTAX                    MacAddress

MAX-ACCESS                read-write

STATUS                    current

DESCRIPTION

                          "Lista de endereços MAC sem permissão de acesso

ao AP."

::= { WlanSta 3}

**END**

## ANEXO I – MIBs PESQUISADAS

Para o desenvolvimento desse trabalho foram pesquisadas várias MIBs de vários fabricantes de equipamentos de acesso à rede sem fio. O foco da pesquisa é detectar dentro de cada MIB um ou mais objetos que possam trazer informações sobre as estações conectadas a um determinado AP.

Com essa informação será possível obter informações de redes sem fio de diversos fornecedores diferentes.

A seguir as MIBs pesquisadas e os objetos identificados:

### IEEE 802.11

**MIB:** IEEE802dot11-MIB

Objetos que podem ser utilizados:

**OID:** 1.2.840.10036.1.1.1.1

dot11StationID OBJECT-TYPE

SYNTAX MacAddress

MAX-ACCESS read-write

STATUS deprecated

::= { dot11StationConfigEntry 1 }

**OID:** 1.2.840.10036.2.1.1.1

dot11MACAddress OBJECT-TYPE

SYNTAX MacAddress

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"Unique MAC Address assigned to the STA."

::= { dot11OperationEntry 1 }

**CISCO****MIB:** CISCO-DOT11-ASSOCIATION-MIB

Objetos que podem ser utilizados:

**OID:** 1.3.6.1.4.9.9.273.1.2.1.1.1

cDot11ClientAddress OBJECT-TYPE

SYNTAX MacAddress

MAX-ACCESS not-accessible

STATUS current

DESCRIPTION

"The MAC address of the client."

::= { cDot11ClientConfigInfoEntry 1 }

**INTEL****MIB:** INTEL-PRO2011AP-PRIVATE-MIB

Objetos que podem ser utilizados:

**OID:** 1.3.6.1.4.1.343.5.30.2.8.4.1.2

muMacAddr OBJECT-TYPE

SYNTAX PhysAddress

ACCESS read-only

STATUS mandatory

DESCRIPTION

"The MAC address of the MU associated with this AP."

::= { apMUEntry 2 }

**MOTOROLA****MIBs:** WHISP-GLOBAL-REG-MIB + WHISP-APS-MIB**OID:** 1.3.6.1.4.1.161.19.3.1.5.1.1

whispRegComplete NOTIFICATION-TYPE

OBJECTS {linkLUID,linkPhysAddress}

STATUS current

DESCRIPTION



"Signals registration complete."

::= {whispApsRegEvent 1}

### **AVANTCOM**

**MIB:** AVANTCOM-EXP-80211-MIB

Objetos que podem ser utilizados:

**OID:** 1.3.6.1.3.14614.2.1.1.1.1

prAcMacAddress OBJECT-TYPE

SYNTAX MacAddress

ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"MAC address of the associated client."

::= { prAcTableEntry 1 }

### **LUCENT**

**MIB:** AS2000-MIB

Objetos que podem ser utilizados:

**OID:** 1.3.6.1.4.1.1751.2.4.3.12.6.1.3

pslpxClientMAC OBJECT-TYPE

SYNTAX PhysAddress

ACCESS read-only

STATUS mandatory

DESCRIPTION

"The Wireless MAC of this IPX Client."

::= { psASClientEntry 3 }

### **AIRESPACE**

**MIB:** AIRESPACE-WIRELESS-MIB

Objetos que podem ser utilizados:

**OID:** 1.3.6.1.4.1.14179.2.8.2.9.1.1

bsnGroupDirectoryMemberIPAddress OBJECT-TYPE

SYNTAX IpAddress

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"Mwar Ip Address"

::= { bsnMobilityGroupDirectoryEntry 1 }

**OID:** 1.3.6.1.4.1.14179.2.8.2.9.1.2

bsnGroupDirectoryMemberMacAddress OBJECT-TYPE

SYNTAX MacAddress

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"Mwar Mac Address"

::= { bsnMobilityGroupDirectoryEntry 2 }

Alguns *Access Points* comercializados tem em seu interior chipsets genéricos, que podem ser gerenciados utilizando-se um mesmo tipo de MIB:

Access Points Suportados		
Manufacturer (OEM)	Model	AP MIB type
Acer	Warplink EJA-A	NWN
Advantek Networks	AWN-AP128	ATMEL410
Ark	SOHO-WLAP	ATMEL410
Asus	WL-300	ATMEL410
Belkin Components	F5D6130	ATMEL410
BOSSLAN	BOSSWAP	ATMEL12350, ATMEL410
CC&C Technologies	Access Point	ATMEL410
CNet	CNAP-711	ATMEL410
Cameo Communications	WLB-2000/2001	ATMEL410
Compaq	WL-400	NWN (mostly works)
Compex	WavePort WP11	NWN
D-Link	DWL 900AP (rev. 1)	ATMEL410
D-Link	DWL 1000AP	NWN
D-com	WX-1590 web	ATMEL12350
Dynalink (Askey)	RTW020	ATMEL410
Edimax	EW-7205APB	ATMEL410
Eumitcom	WA3001A	ATMEL410
Fiberline	WL-1200AP	ATMEL12350
GemTek	TEW-210APB	ATMEL410
GemTek	WX-1500	NWN
GigaFast	WF711-AP	ATMEL12350
Global Sun Technology	ProWave GL2411AP	ATMEL410
i-Tec	AP SILVER	ATMEL410
i-Tec (Tellus A13 OEM)	AP GOLD (blue front)	ATMEL410
i-Tec (Tellus A14 OEM)	AP GOLD (black front)	ATMEL12350
Infosmart	INAP88	ATMEL410
Intellinet	AP, Wireless Bridge	ATMEL410
InterEpoch	IWE1000A	ATMEL410
Linksys (GL2411AP OEM)	WAP11 pre2 version	ATMEL410
Micronet	SP918	ATMEL410
Netgear	ME102	ATMEL12350, ATMEL410
OSBRIDGE	m2410	ATMEL12350
OSBRIDGE	p2410	ATMEL12350
OSBRIDGE	p2410i	ATMEL12350
Ovislink	Airlive WL-1100AP	ATMEL410
SMC	MC2655W	ATMEL410

Access Points Suportados (continuação)		
Fabricante (OEM)	Modelo	AP MIB
smartBridges	airPoint, airBridge	ATMEL410
SparkLAN (Gemtek subs.)	WX-1590	ATMEL410
SparkLAN (Gemtek subs.)	WX-1590L	ATMEL12350
Svec	FD1811	ATMEL12350, ATMEL410
Svec	SOHO-WLAP	ATMEL410
Target	WLAP 24212	ATMEL410
Telecom	T-Sinus 130X	ATMEL410
Tellus Group Corp	A14	ATMEL12350
Topcom	SkyLanR@cer 500	ATMEL410
Wline	A14	ATMEL12350
Wline	W-2000	ATMEL410
WLink Syst. (D-Link subs.)	Wen-2021	ATMEL410
Yakumo	Access Point	ATMEL410
Zoom	ZoomAir11AP	NWN

### ATMEL Chip Set (Linksys, D-Link, Edimax, etc.)

**MIB:** ATMEL410-MIB

**OID:** 1.3.6.1.4.1.410.1.2.5.1.0

AssociatedSTAsNum OBJECT-TYPE

SYNTAX INTEGER (1..2007)

ACCESS read-only

STATUS mandatory

DESCRIPTION

"This parameter's value indicates the number of the currently associated STations. Associated STations should not be more than 2007."

::= { AssociatedStationsGRP 1 }

**OID:** 1.3.6.1.4.1.410.1.2.5.2.0

AssociatedSTAsInfo OBJECT-TYPE

SYNTAX OCTET STRING (SIZE (24))

ACCESS read-only

STATUS mandatory

DESCRIPTION

"The associated STAtion's Information."

::= { AssociatedStationsGRP 2 }

**MIB:** ATMEL12350-MIB

**OID:** 1.3.6.1.4.1.12350.1.2.5.2.0

AssociatedSTAsInfo OBJECT-TYPE

SYNTAX OCTET STRING (SIZE (24))

ACCESS read-only

STATUS mandatory

DESCRIPTION

"The associated STAtion's Information.

AssociatedSTAsInfo{

unsigned short Num;

unsigned char MacAddress[6];

}"

::= { AssociatedStationsGRP 2 }

**NWN Chip Set** (Linksys, D-Link, Edimax, etc.)

**MIB:** NWN-MIB

**OID:** 1.3.6.1.4.1.937.3.1.3.1.2.1.2

assocAddress OBJECT-TYPE

SYNTAX MacAddress

MAX-ACCESS read-only

STATUS current

DESCRIPTION

"MAC address of a Client associated with the Access Point.

If the association is pending (that is, the Client is scanning, authenticating or associating), assocAddress contains the MAC address of that Client with the group bit set to indicate that the Access Point is aware of the presence of that Client. The other objects of the entry will be updated based on the information extracted from the received Probe Requests."

::= { assocEntry 2 }