

UM APLICATIVO GRÁFICO PARA VISUALIZAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS EM UMA REDE SEM FIO

por

Rafael de Moraes Santos Fernandes



UFRJ

Projeto Final de Curso submetido para a obtenção do título de

Bacharel de Ciência da Computação

ao Departamento de Ciência da Computação da UFRJ

2006

**UM APLICATIVO GRÁFICO PARA VISUALIZAÇÃO DA
LOCALIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS EM UMA
REDE SEM FIO**

Rafael de Moraes Santos Fernandes

Projeto Final de Curso submetido ao Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Informática.

Apresentado por:

Rafael de Moraes Santos Fernandes

Aprovado por:

Prof. Mario Roberto Folhadela Benevides, Ph. D.

Prof. Luís Felipe Magalhães de Moraes, Ph. D.

Prof. Felipe Maia Galvão França, Ph. D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2006

Dedicatória

Aos meus pais Dayse e Mario Luiz, pela minha criação e educação e também por todo apoio durante a minha graduação.

A minha família, pela paciência durante os momentos de dificuldade durante esta trajetória.

Ao professor Luís Felipe Magalhães de Moraes, por toda ajuda e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Mario Roberto Folhadela Benevides, por ter aceito este projeto e por toda dedicação.

Ao amigo Bruno Arouche Nunes, por permitir a minha participação no seu projeto, e por toda ajuda.

Ao amigo Leandro Carreira Marques, pelas ajudas em JAVA.

A todos amigos do RAVEL.

A todos os professores, pela dedicação.

Aos funcionários, pela solicitude apresentada sempre que preciso.

Aos colegas, pela amizade.

RESUMO

UM APLICATIVO GRÁFICO PARA VISUALIZAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS EM UMA REDE SEM FIO

Rafael de Moraes Santos Fernandes

Orientador: Luís Felipe Magalhães de Moraes

Co-Orientador: Mario Roberto Folhadela Benevides

As redes sem fio vem se tornando extremamente populares nos últimos anos. Juntamente com esta popularidade é crescente a preocupação com a segurança dos dados que trafegam nesta rede.

Devido a capacidade móvel dos dispositivos presentes neste tipo de tecnologia, pode-se obter acesso a rede de qualquer local dentro da área de abrangência da mesma.

Por este motivo, um sistema capaz de localizar os dispositivos móveis conectados a rede sem fio é de suma importância para a segurança.

Alguns trabalhos acadêmicos já apresentaram soluções para este sistema de localização, mas em nenhum deles houve uma preocupação com a forma de apresentação dos dados.

Este trabalho objetiva implementar uma interface para apresentação das informações de maneira visual, com a intenção de melhorar interpretação dos dados obtidos pelas ferramentas de localização.

ABSTRACT

UM APLICATIVO GRÁFICO PARA VISUALIZAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS EM UMA REDE SEM FIO

Rafael de Moraes Santos Fernandes

Advisor: Luís Felipe Magalhães de Moraes

Co-Advisor: Mario Roberto Folhadela Benevides

Wireless networks have been coming extremely popular in the last years. Together with this popularity the concern with the security of the data that pass through in this network.

Due to devices mobile capacity present in this type of technology, access can be gotten inside of the network anywhere at the coverage area.

For this reason, a capable system to locate the mobile devices connected to the wireless network is the most important to the security.

Some academic works already had presented some solutions for this system of localization, but in none of them had concerned with a better way to present the data.

This work objective to implement an interface to present the information in a visual way, with the intention to improve interpretation of the data were gotten from the localization tools.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivos	3
1.3	Organização deste Documento	3
2	O Padrão 802.11 e Sistemas de Localização	5
2.1	O Padrão 802.11	5
2.1.1	Camada Física de Redes Sem Fio do Padrão 8002.11	6
	DSSS (<i>Direct Sequence Spread Spectrum</i>)	6
	FHSS (<i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i>)	7
	OFDM (<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>)	7
2.1.2	Como operam as redes sem fio	9
2.2	Sistemas de Localização	12
3	O Sistema de Localização	14
3.1	Arquiteturas	14
3.2	Funcionamento do Sistema de Localização	17
3.2.1	Os Sniffers	17

3.2.2	O Servidor de Banco de Dados	19
3.2.3	O Servidor de Localização	20
4	Banco de Dados	21
4.1	Por que usar um Banco de Dados?	21
4.2	A estrutura do Banco de Dados	23
4.2.1	O modelo do Banco de Dados	23
4.2.2	Descrição das tabelas do Banco de Dados	24
4.2.3	Instalação do Banco de Dados	31
4.3	O Aplicativo de Gerência do Banco de Dados	36
4.3.1	Apresentação do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados	37
4.3.2	Instalando o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados	42
5	Aplicativo Gráfico	47
5.1	Objetivo	47
5.2	Desenvolvimento	47
5.3	Instalação	50
5.4	Utilização	53
6	Conclusões	55
6.1	Problemas e soluções encontradas no desenvolvimento do trabalho	55
6.2	Conclusões	57
6.3	Trabalhos Futuros	57
A	Método de Calcular a Média e o Desvio Padrão	59

CONTEÚDO	7
B Glossário	61
Bibliografia	63

Lista de Figuras

2.1	Estrutura de camadas OSI do protocolo 802.11	6
2.2	Exemplo de rede ad-hoc	9
2.3	Exemplo de roteamento em redes ad-hoc	10
2.4	Exemplo de rede estruturada	11
3.1	Arquitetura baseada em Cliente-Servidor	15
3.2	Arquitetura baseada em Sniffers	16
3.3	Exemplo de esquema da disposição dos sniffers em torno de um AP .	18
4.1	Modelo do banco de Dados	23
4.2	Atributos da Tabela LocalMonitored	24
4.3	Atributos da Tabela ServerLocal	24
4.4	Atributos da Tabela LocationServer	25
4.5	Atributos da Tabela SnifferLocal	26
4.6	Atributos da Tabela Sniffers	26
4.7	Atributos da Tabela PropagationMap	27
4.8	Atributos da Tabela AP	28
4.9	Atributos da Tabela SnifferAP	28

4.10	Atributos da Tabela DetectedDevice	29
4.11	Atributos da Tabela History	30
4.12	Atributos da Tabela Login	30
4.13	Tela de login e senha do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados .	37
4.14	Tela de menu do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados	38
4.15	Tela de apresentação das informações da tabela Sniffers	39
4.16	Tela de inserção de novo Sniffer no Banco de Dados	40
4.17	Tela de alteração de um Sniffer no Banco de Dados	41
4.18	Tela de inserção de novo relacionamento de um Sniffer	46
5.1	Apenas o APPLET executando	49
5.2	Apresentação das informações exibidas na página PHP	51
5.3	Janela com informações de um dispositivo de rede sem fio	52
5.4	Página inicial do Aplicativo Gráfico	54

Capítulo 1

Introdução

Na década de 1990, as redes sem fio eram uma realidade distante para as empresas ou para a população em geral. O cenário daquela época tendia a utilização permanente de redes cabeadas [1]. Porém, algumas universidades já desenvolviam pesquisas que resultariam no surgimento das redes sem fio. No final dos anos 90, esse padrão surgia para o mercado.

Esse tipo de rede tem se tornado extremamente popular nos últimos anos. Atualmente, diversas empresas possuem em seus escritórios ou fábricas uma WLAN (*Wireless Local Area Network*) para facilitar o deslocamento de seus funcionários ou simplesmente para suprimir o uso de cabos no local de trabalho.

Mais recentemente, este tipo de tecnologia foi disponibilizada para o público em geral em shoppings, supermercados e outros estabelecimentos para a maior comodidade de seus clientes, trazendo assim, um diferencial para o estabelecimento.

A popularização deste tipo de rede vem de encontro ao crescimento da preocupação sobre questões de segurança ligadas à tecnologia. Como os dados deste tipo de rede trafegam em meio aberto, eles ficam mais vulneráveis a ataques com o objetivo de furto das informações que trafegam neste meio.

Nos últimos anos, o meio acadêmico bem como as empresas, desenvolveram e implementaram soluções para melhorar a segurança das redes sem fio e, hoje em

dia, pode-se afirmar que as redes sem-fio são tão seguras quanto as da redes com fio.

Contudo, apesar de toda segurança já implementada, ainda existem falhas de segurança, assim como em uma rede cabeada, em que pode-se ter acesso a rede sem possuir permissão para tal. Conforme dito anteriormente, os dados da rede sem fio trafegam em meio aberto e, por este motivo, tornam-se mais suscetíveis a ataques, já que não é preciso estar conectado ao meio para se acessar a rede. Estando em qualquer lugar, desde que dentro da abrangência do sinal da rede, pode-se conectar a ela, até mesmo de dentro de um banheiro ou de um armário de limpeza.

Por isso, atualmente, é um desejo dos administradores de rede sem fio localizar geograficamente uma tentativa de conexão não autorizada na WLAN, ou ainda, onde se encontram os dispositivos atualmente conectados à rede.

Esta localização ainda pode ser usada para outros fins, como por exemplo, um estabelecimento comercial que deseja traçar o trajeto dos seus consumidores para disponibilizar os produtos em promoção ao longo dos corredores mais utilizados por eles, ou ainda, um turista poderia receber informações das peças ou gravuras que ele estivesse observando em um museu ou em uma exposição de artes.

1.1 Motivação

Num esforço para se construir um sistema que pudesse satisfazer este desejo dos administradores de redes sem fio e de algumas empresas, está em desenvolvimento no Laboratório de Redes de Alta Velocidade - RAVEL um projeto para a localização de dispositivos móveis em um ambiente fechado (*indoor*), que será chamado neste trabalho de Sistema de Localização.

Neste projeto em desenvolvimento, bem como em outros projetos [2, 3, 4, 5] houve a preocupação com o resultado final, que é a localização de um dispositivo móvel, mas não se deu muita importância em como esta informação será apresentada.

Então, concomitantemente com o Sistema de Localização, que está sendo desenvolvido no laboratório RAVEL, decidiu-se implementar uma interface gráfica que

interpretasse os dados obtidos pelo Sistema de Localização e que esses dados fossem exibidos de maneira fácil e amigável a uma pessoa.

Esta interface gráfica, chamada neste trabalho de Aplicativo Gráfico, não só ajudaria a apresentar melhor a informação obtida pelo Sistema de Localização, mas ajudaria e muito a interpretação e principalmente a visualização do local ocupado por um dispositivo móvel.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é a implementação de um software capaz de usar os dados coletados pelo Sistema de Localização (Capítulo 3) para exibir graficamente as posições de todos os dispositivos móveis encontrados pelo aplicativo principal, bem como as informações de cada dispositivo móvel presente em um determinado local.

Para que seja possível a interligação entre o Sistema de Localização e o Aplicativo Gráfico é necessário que se desenvolva um meio onde os dados serão compartilhados entre os dois.

Torna-se também objetivo deste trabalho a especificação e a criação deste meio. O meio escolhido foi a utilização de um Banco de Dados relacional (Capítulo 4), pois este provê alguns benefícios a mais em relação a outros meios de armazenamento.

Também será desenvolvida uma aplicação para a gerência deste Banco de Dados (Capítulo 4). Esta aplicação também será objetivo deste trabalho.

1.3 Organização deste Documento

Este documento é dividido em 6 capítulos contendo ainda um anexo, um glossário e referências bibliográficas.

A Introdução ou Primeiro Capítulo visa apresentar uma pequena descrição do

tema, a motivação para a realização deste trabalho e os objetivos que deverão ser alcançados ao final do trabalho.

O Segundo Capítulo conterà uma breve explicação sobre a tecnologia de redes sem fio, principalmente o padrão 802.11 e sobre sistemas de localização, com o objetivo de contextualizar o leitor.

O Terceiro Capítulo destina-se a apresentar a teoria e um resumo sobre o Sistema de Localização que é a base para o desenvolvimento deste trabalho.

O Quarto Capítulo justifica o motivo pelo qual escolhemos um Banco de Dados para persistir as informações do Sistema de Localização e servir de meio de comunicação entre o Sistema de Localização e o Aplicativo Gráfico. Este capítulo ainda apresentará o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados.

Já o Quinto Capítulo será apresentado o Aplicativo Gráfico, que é o objetivo principal do trabalho, bem como alguns exemplos do mesmo em execução.

Por fim, o Sexto Capítulo apresentará as conclusões e sugestões que formam o resultado do conjunto de esforços de pesquisa e implementação deste trabalho.

No Anexo A é apresentada como se calcula a média e o desvio padrão de uma amostra de dados.

Encerrando o documento, há um Glossário com os principais termos utilizados e as Referências Bibliográficas.

Capítulo 2

O Padrão 802.11 e Sistemas de Localização

O objetivo deste Capítulo é apresentar noções sobre redes sem fio e sobre sistemas de localização, para contextualizar o leitor no restante do texto.

2.1 O Padrão 802.11

O padrão 802.11 [6] é uma das soluções mais adotadas para redes locais sem fio (WLAN) atualmente. Este padrão está cada vez mais presente em empresas, shoppings, escritórios, hospitais, hotéis, aeroportos e diversos locais, oferecendo acesso à rede com o benefício da mobilidade.

Como informado no Capítulo 1, os dados deste tipo de rede trafegam em meio aberto, pelo ar, portanto não existem limites definidos como no caso das redes cabeadas, possibilitando, mais facilmente, a interceptação de informações que trafegam nessas redes. As redes sem fio, normalmente, estão conectadas a infra-estrutura da rede cabeada, possibilitando assim, a todos que possuam acesso à rede sem fio, inclusive os invasores, acesso a toda estrutura da rede, inclusive à rede cabeada, de uma empresa, de um shopping ou de qualquer outro estabelecimento, portanto, tendo acesso a todos os dados que trafegam na mesma.

2.1.1 Camada Física de Redes Sem Fio do Padrão 802.11

O padrão 802.11 lançado pelo IEEE, representa um conjunto de especificações para implementação de redes locais sem fio. A figura 2.1 apresenta o posicionamento na estrutura de camadas OSI do protocolo 802.11 [7].

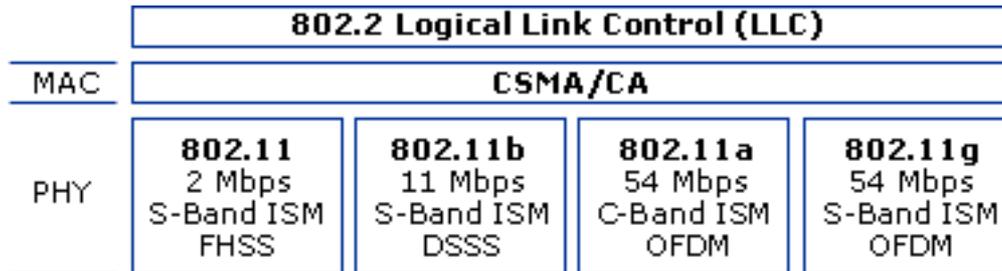


Figura 2.1: Estrutura de camadas OSI do protocolo 802.11

A camada física (PHY) possui as funções de codificação e decodificação do sinal, geração e/ou remoção de parâmetros (*preamble*) para sincronização, recepção e transmissão de bits, inclui especificação do meio de transmissão.

No padrão 802.11, o IEEE definiu ainda uma série de padrões de transmissão e codificação para as redes sem fio. Entre eles podemos destacar [8]:

1. Infra-Vermelho
2. *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)
3. *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS)
4. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM)

DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*)

O DSSS "espalha" o espectro de frequência de um sinal de banda estreita através de sua modulação com uma seqüência de bits denominada de *chip sequence*. Obtém-se, desta forma, um sistema robusto contra ruído de banda estreita ao preço de se necessitar de um controle de potência para transmissão. No padrão americano e

brasileiro este controle de transmissão é dividido em 11 canais, onde cada canal possui uma potência determinada.

FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*)

O FHSS utiliza 79 canais com largura de 1 MHz cada. Um gerador de números pseudo-aleatórios é utilizado para gerar a seqüência de saltos nos 79 canais. Desta forma, todas as estações que tenham utilizado a mesma semente em seu gerador e que se mantenham sincronizadas, saltarão para os mesmos canais simultaneamente. Cada estação de uma mesma rede, que utiliza a mesma seqüência de saltos, ficará em cada canal por um período denominado *dwell time*, que é ajustável. Com o FHSS tem-se um sistema robusto contra ruído de banda estreita que provê um nível de segurança já na camada física, pois somente as estações que conhecem a seqüência de saltos e o *dwell time* poderão "escutar" o meio de maneira adequada e organizada. No entanto o FHSS possui a desvantagem de oferecer uma baixa largura de banda.

OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*)

O OFDM é uma tecnologia de modulação que transmite simultaneamente em várias freqüências (canais), resultando numa transmissão mais veloz e com menos problemas de interferência e distorção. O OFDM é utilizado nos padrões 802.11g e 802.11a.

Os padrões de rede sem fio para a camada física mais utilizados são [8]:

- 802.11 - A taxa de transmissão original desse padrão era de 2 Mbit/s usando-se FHSS e 2,4 GHz (freqüência de operação). Entretanto, sob condições não ideais, uma taxa de transmissão de 1 Mbit/s era utilizada.
- 802.11a - Esse foi o primeiro a ser padronizado, mas somente agora está sendo largamente comercializado e utilizado. Opera a taxas de 54 Mbit/s na freqüência de 5 GHz. Ao invés de utilizar a modulação DSSS, o 802.11a usa OFDM, que permite que os dados sejam transmitidos por sub-freqüências e grande

taxa de transmissão (*throughput*). Essa tecnologia habilita a rede sem fio a transmitir vídeo e voz. Por estar operando em uma faixa de frequência diferente do 802.11b, não sofre interferências de outros tipos de equipamento e, portanto, fornece uma alta taxa de transmissão com sinal livre de interferências. Em condições ideais pode transmitir a 54 Mbit/s. Outras velocidades também podem ser alcançadas em caso de não haver condições ideais (48, 36, 24, 18, 12 e 6 Mbit/s).

- 802.11b - O maior avanço/ inovação no padrão 802.11 foi à padronização de uma camada física que suportasse alta taxa de transmissão. Assim foi criado o IEEE 802.11b, que suporta taxas adicionais de 5,5 e 11 Mbit/s usando a mesma frequência de operação. O padrão de transmissão DSSS é utilizado para prover taxas de transmissão maiores. A taxa de 11 Mbit/s é atingida em condições ideais. Sob condições não ideais são utilizadas velocidades menores, de 5,5 Mbit/s, 2 Mbit/s ou 1 Mbit/s. Usa a mesma faixa de frequência dos fornos de microondas, telefone sem fio, babá eletrônica, câmera de vídeo sem fio e equipamentos *Bluetooth*.
- 802.11g - Opera a uma taxa de 54 Mbit/s, utilizando-se da faixa de frequência de 2,4 GHz e modulação OFDM. O padrão 802.11g é também compatível com o 802.11b e pode operar em taxas de transmissão que o 802.11b opera, com a modulação DSSS. Os adaptadores 802.11g podem conectar-se a um AP (*Access Point*) 802.11b e adaptadores 802.11b podem conectar-se a um AP 802.11g. Assim, o 802.11g fornece uma opção de *upgrade*/ migração para redes 802.11b, pois apresenta a mesma faixa de frequência de operação com uma taxa de transmissão mais elevada. Adaptadores 802.11b não podem sofrer *upgrade* para 802.11g através da atualização do firmware do adaptador - devem ser substituídos. Já no processo de migração do 802.11b para o 802.11a, todos os adaptadores de rede e os APs devem ser trocados ao mesmo tempo. Da mesma forma que o 802.11a, o 802.11g opera a 54 Mbit/s em condições favoráveis e a menores taxas (48, 36, 24, 18, 12 e 6 Mbit/s) para condições menos favoráveis.

2.1.2 Como operam as redes sem fio

As redes sem fio podem operar de dois modos, o modo ad-hoc e o modo estruturado.

No modo ad-hoc, cada estação pode se comunicar diretamente com as outras estações sem o uso de infra-estrutura. A figura 2.2 ilustra um exemplo de uma rede ad-hoc.

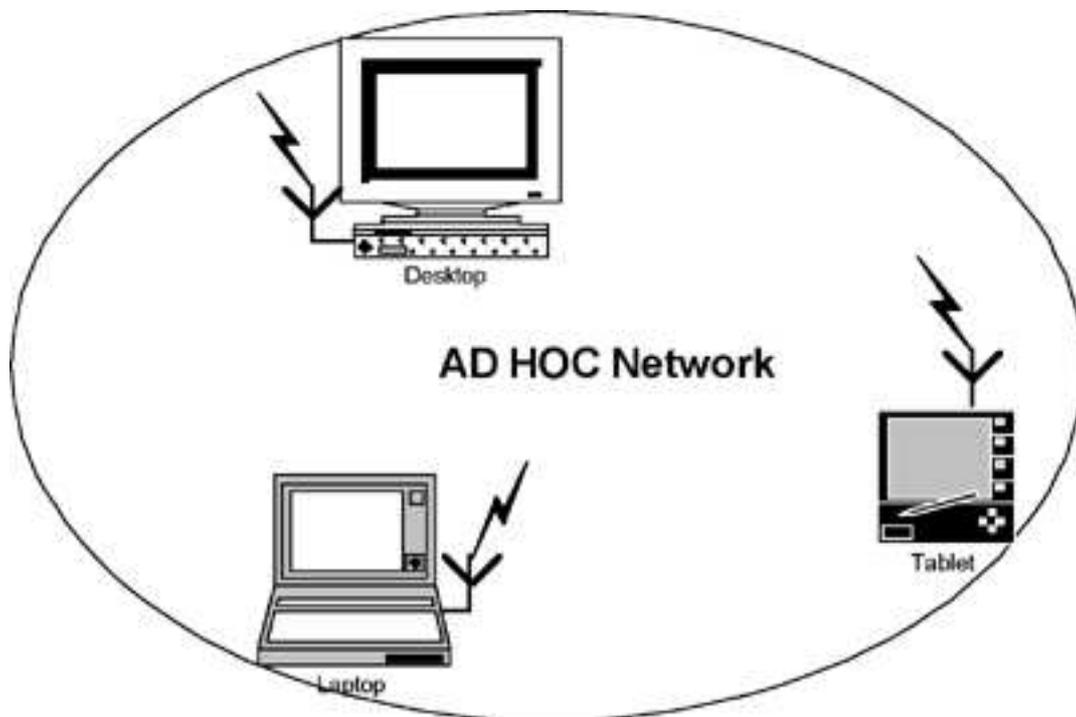


Figura 2.2: Exemplo de rede ad-hoc

O modo ad-hoc foi projetado de forma que apenas as estações que se encontrem dentro do alcance de transmissão (mesma célula) umas das outras possam se comunicar. Se uma das estações quiser se comunicar com outra fora de seu alcance, uma terceira estação deve ser utilizada como *gateway* e fazer o roteamento. A figura 2.3 ilustra um exemplo deste roteamento. Para o computador A se comunicar com o computador D os computadores B e C devem fazer o roteamento da comunicação.

Já no modo estruturado, cada estação se conecta a uma estação central, o *Access Point* (AP). Esta estação central funciona como uma *ethernet bridge* e repassa as mensagens para a rede apropriada, tanto para uma rede cabeada, quanto para a

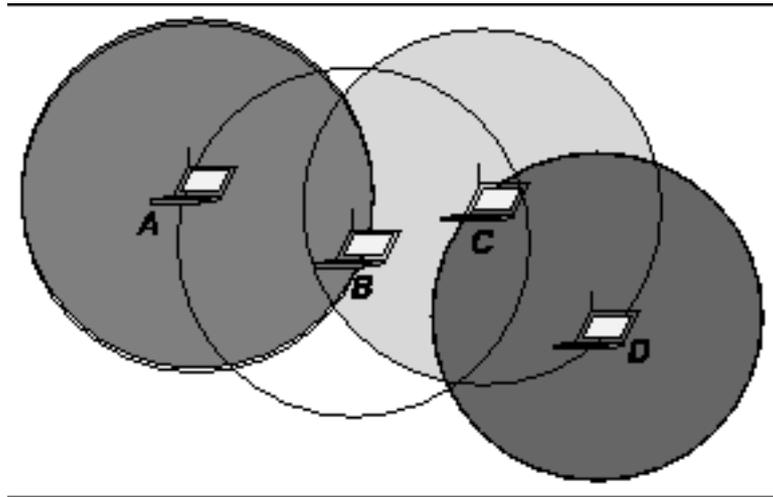


Figura 2.3: Exemplo de roteamento em redes ad-hoc

própria rede sem fio. A figura 2.4 ilustra um exemplo deste modo.

Para que as estações se conectem ao AP é necessária uma associação da estação ao AP. A estação e o AP poderão trocar dados somente após o estabelecimento da associação. O processo de associação inclui 2 passos, dentro dos 3 seguintes estados:

1. Não autenticado e não associado (estado inicial)
2. Autenticado e não associado
3. Autenticado e associado

Para mudar de estado, o AP e a estação trocam mensagens denominadas quadros de gerenciamento ou *management frames*.

No entanto, uma estação precisa saber se existe algum AP dentro do alcance de seu rádio e a qual AP ela deve se associar. Assim, todos os APs transmitem um quadro de gerenciamento chamado *beacon* em intervalos de tempo fixos. Para se associar a um AP e se unir a uma *Basic Service Set* (BSS), uma estação procura escutar *beacons* para identificar APs dentro do alcance de seu rádio.

Então, a estação seleciona a BSS à qual ela deseja se unir. Em seguida, o AP e a estação trocam diversas mensagens de gerenciamento com o objetivo de realizar autenticação mútua.

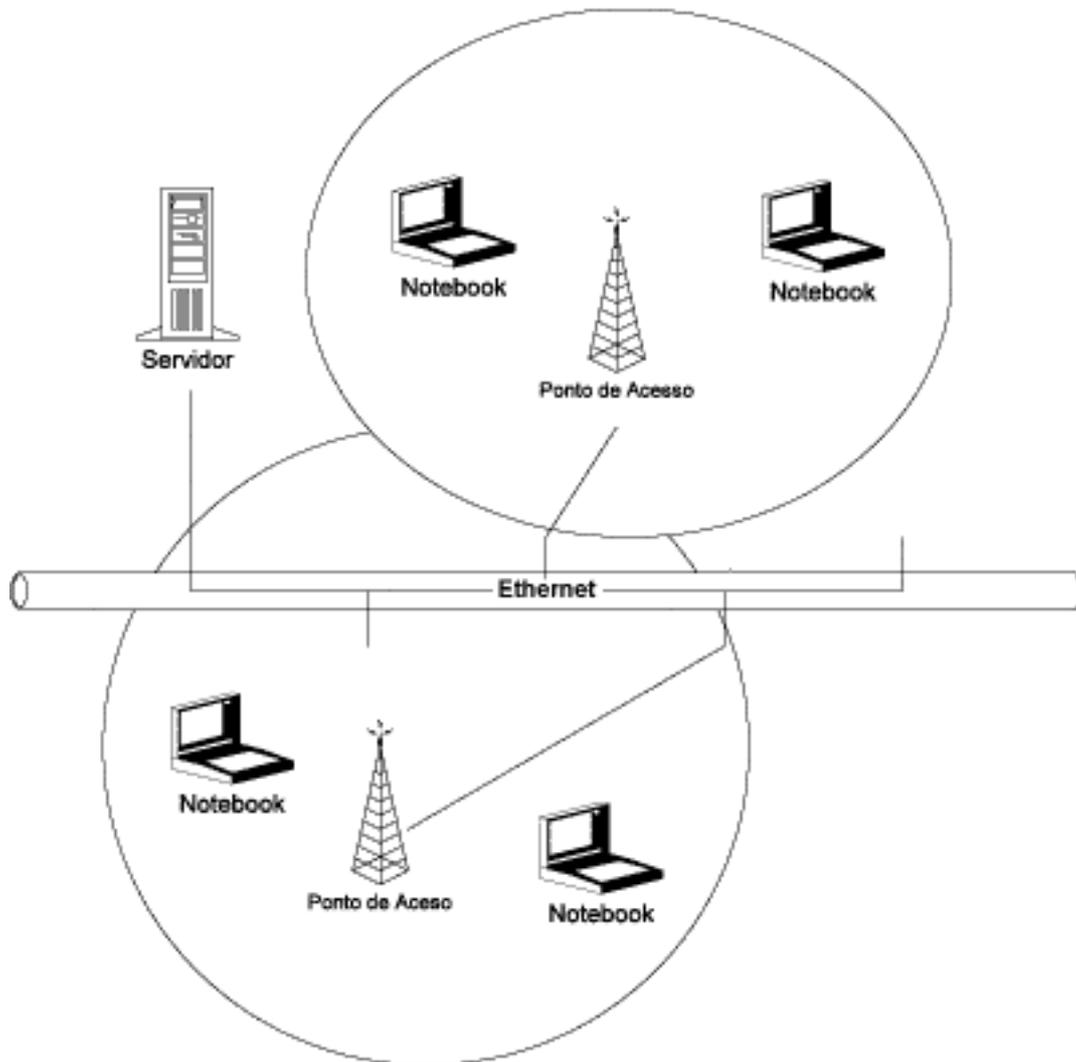


Figura 2.4: Exemplo de rede estruturada

Após uma autenticação bem sucedida, a estação passa para o segundo estado, "autenticado e não associado". Passar do segundo estado para o terceiro, "autenticado e associado", envolve a estação enviando um pedido de associação e o AP, em seguida, um quadro de resposta a esse pedido. Uma vez ocorrido este processo, a estação passa a ser um ponto (*peer*) da rede sem fio e pode, então, transmitir quadros através da mesma.

Na especificação original do 802.11, existem 3 classes de *frames*. Somente os *frames* das classes 1 e 2 serão explorados neste trabalho. Os *frames* da classe 1 são os únicos permitidos no estado 1, não autenticado e não associado, e são usados para gerenciamento, como por exemplo *BEACONS*, autenticação e *probe requests*

(requisição de associação). Já os *frames* da classe 2, são usados tanto no estado 1 quanto no estado 2 e são usados para associação e reassociação.

Para facilitar o reconhecimento de uma BSS, chama-se de BSSID um nome dado para identificar a área de abrangência da BSS.

2.2 Sistemas de Localização

Sistemas de Localização são dispositivos capazes de localizar um determinado ponto sobre uma determinada área. Existem vários sistemas deste tipo. Vamos apresentar os mais comuns ao longo desta Seção.

O Sistema de Localização mais difundido é o posicionamento por coordenadas geográficas, tendo como objetivo localizar um ponto na superfície da Terra. Através do encontro da Latitude com a Longitude, pode-se determinar a localização de um ponto na superfície da Terra.

Outro Sistema de Localização bem conhecido atualmente é o *Global Positioning System* ou GPS. Este sistema fornece sinais de satélites codificados que podem ser processados num GPS receptor, permitindo o cálculo de posição, velocidade e tempo [9]. Este sistema funciona com a triangularização do sinal dos satélites que compõem o Sistema de GPS. Cada satélite envia seu sinal no mesmo momento, permitindo que o GPS receptor avalie o lapso de tempo de chegada de cada sinal. Como o GPS receptor sabe a posição de cada satélite, ele pode calcular a sua posição atual através destes lapsos de tempo entre os sinais.

Este sistema ainda permite que usuários de PDAs ou *notebooks* tenham a localização exata em mapas digitais. Para isso basta o PDA ou o *notebook* possuir um GPS instalado ou um hardware específico.

O maior problema de GPS é que o sinal do satélite é bloqueado ou distorcido pelas paredes das construções [3], portanto, não pode ser usado para localização de ambientes *indoor*.

O Sistema de Localização usado neste trabalho, bem como em outros trabalhos, como em [2] e [3], tem uma abordagem parecida com o GPS. A diferença principal é que quem recebe os sinais não é um dispositivo e sim os "satélites" que através de uma função matemática conseguem estimar a posição o dispositivo.

Em [10], os autores comentam sobre três métodos básicos para se determinar a localização de usuários utilizando uma infra-estrutura de *Wireless Local Area Network* (WLAN) já existente. O primeiro é a triangulação, que necessita de pelo menos três estimativas distintas da distância entre o dispositivo sem fio e algum local fixo conhecido. O segundo método utiliza a direção ou ângulo de chegada do sinal (AoA - *Angle of Arrival*) medidos por pelo menos dois pontos fixos distintos. O terceiro método é a utilização de esquemas de mapeamento. Este método baseia-se no princípio de amostragem de determinadas características do sinal de rádio (Nível de Sinal Recebido - NSR), dependentes da localização do ponto onde estas características são aferidas. Estas características são diferentes para cada local medido, funcionando como uma impressão digital. Estas "impressões digitais" são armazenadas em um banco de dados e comparadas posteriormente com o sinal amostrado de um dispositivo sem fio que se deseja localizar.

O Sistema de Localização bem como os trabalhos [2] e [3] usam o método de localização por esquemas de mapeamento.

No próximo Capítulo iremos apresentar como o Sistema de Localização consegue estimar a posição de um determinado dispositivo e toda estrutura necessária para esta localização.

Capítulo 3

O Sistema de Localização

Neste Capítulo, apresentaremos o funcionamento do Sistema de Localização, bem como um pouco da teoria que rege seu desenvolvimento. A intenção não é apresentar toda teoria, muito menos todo esforço de se desenvolver este Software e sim de embasar o restante deste trabalho.

3.1 Arquiteturas

Duas arquiteturas são, normalmente, as mais utilizadas em sistemas de localização. A arquitetura baseada em cliente-servidor e a arquitetura baseada em *sniffers*.

Na arquitetura baseada em cliente-servidor, os clientes sem fio são conectados a um AP, e ainda, recebem sinais de outros APs dentro da sua área de cobertura. Neste ambiente, cada cliente mede o nível de sinal de cada AP dentro de sua região de cobertura e envia essa informação para o servidor de localização. Este servidor de localização compara os valores dos sinais recebidos com os níveis de sinal de cada AP, previamente cadastrado no banco de dados, para estimar a posição física de um cliente. A Figura 3.1 apresenta um exemplo de uma arquitetura baseada em cliente-servidor.

Este modelo de arquitetura possui algumas limitações e problemas. O primeiro deles é como o cliente irá medir o nível de sinal do AP. Para isso, normalmente, o

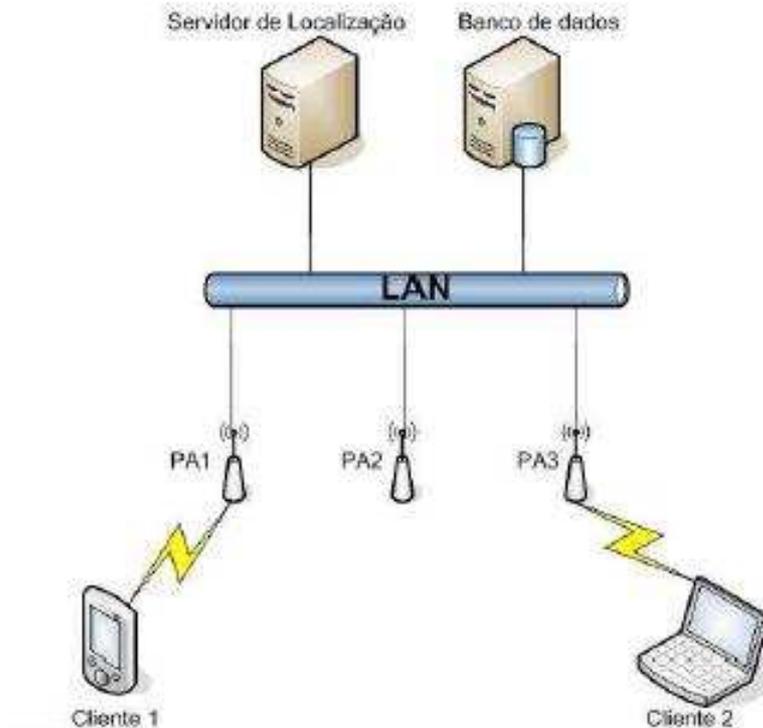


Figura 3.1: Arquitetura baseada em Cliente-Servidor

cliente necessita de ter instalado um *software* específico para esta medição. Um dos problemas de se precisar de um *software* específico para a medição é a necessidade do *software* estar executando todo o tempo em que o cliente esteja ligado. Um outro problema, relacionado a segurança, é que um invasor não possuirá este *software* instalado. Caso o mesmo consiga acesso a rede, ele não será reconhecido pelo servidor de localização.

A arquitetura baseada em *sniffers*, evita o problema acima. Mas, antes de apresentar o motivo pelo qual a arquitetura baseada em *sniffers* não possui o este problema, vamos entender o que é um *sniffer*. Uma boa definição é apresentada em [11]: "Dispositivo ou programa de computador utilizado para capturar e armazenar dados trafegando em uma rede de computadores. Pode ser usado por um invasor para capturar informações sensíveis (como senhas de usuários), em casos onde estejam sendo utilizadas conexões inseguras, ou seja, sem criptografia."

Os *sniffers* podem estar co-locados em APs ou em PCs comuns. Pode-se ainda

utilizar sistemas embarcados (chamados também de sistemas embutidos) no lugar dos PCs. A Figura 3.2 apresenta um exemplo da arquitetura baseada em Sniffers.

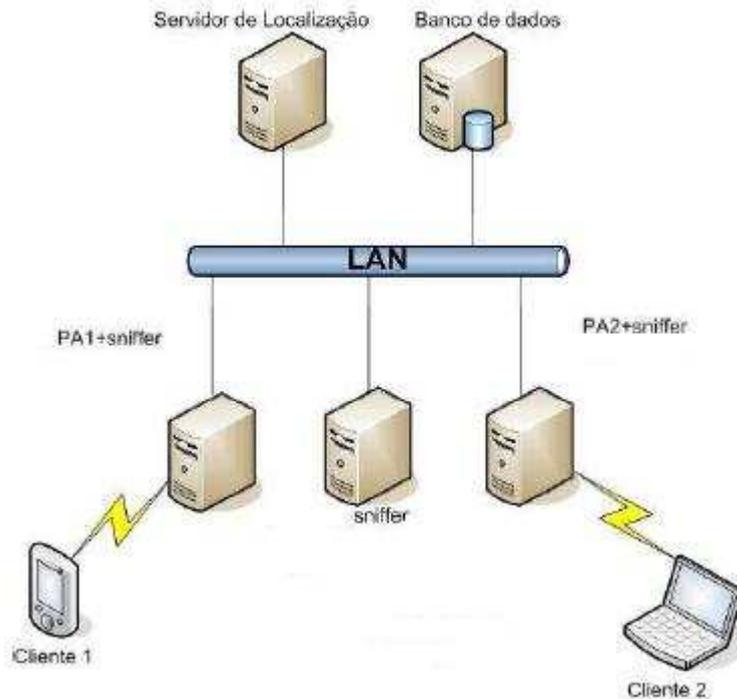


Figura 3.2: Arquitetura baseada em Sniffers

Nesta figura pode-se observar que o PC à esquerda e o da direita funcionam tanto como AP e como sniffer. Já o PC central funciona apenas como *sniffer*.

O *sniffer* não envia pacotes na rede, sua única função é receber todos os pacotes da rede. Após receber um pacote, o *sniffer* verifica e grava informações sobre a fonte do pacote recebido. Um exemplo de informação gravada é o endereço MAC, que é usado para identificar o emissor, e o nível de sinal. Como no modelo Cliente-Servidor, estas informações são armazenadas em um Banco de Dados para posterior análise do servidor de localização.

Portanto, uma arquitetura baseada em *sniffers* "colhe" todos os pacotes da rede, não necessitando do cliente possuir um *software* específico. Além deste benefício, esta arquitetura tem a capacidade de receber pacotes dos *Access Points* e dispositivos não autorizados. Com, isso existe a capacidade de localização dos dispositivos não

autorizados conectados a rede.

Outro problema relacionado à Arquitetura Cliente-servidor é a quantidade de APs que o local deve possuir, para melhorar a precisão do sistema. Os APs devem ser dispostos de forma a possuir uma grande área de sobreposição, pois os dispositivos precisam de uma gama de níveis de sinais dos APs para que o servidor de localização possa estimar com maior precisão a localização do dispositivo. Este número elevado de APs acarreta numa maior preocupação com a segurança, já que haverá mais "portas" de entrada na rede.

Já na arquitetura baseada em *sniffers*, a quantidade de APs pode ser minimizada, como é o ideal, e os *sniffers* podem ser dispostos em locais estratégicos para uma melhor recepção do sinal.

3.2 Funcionamento do Sistema de Localização

O Sistema de Localização utiliza uma arquitetura baseada em *Sniffers*. Estes *Sniffers* são dispostos em torno de um AP e passam a gerenciar o tráfego na rede em torno deste AP. O número de *Sniffers* necessários para que o Servidor de Localização tenha uma boa precisão não será alvo deste trabalho. A Figura 3.3 apresenta um esquema de uma possível disposição dos *Sniffers* em torno de um AP.

3.2.1 Os Sniffers

Os *Sniffers* utilizados pelo Sistema de Localização, além de funcionarem como descrito na Seção 3.1, também são responsáveis por armazenar informações específicas no Banco de Dados.

Quando o *Sniffer* recebe um pacote, ele inicialmente distingue se este pacote é de gerenciamento ou de dados (Capítulo 2). Caso o pacote seja de gerenciamento, o *Sniffer* distingue se é um pacote de um AP pertencente ao local ou não (neste caso pode ser de um dispositivo ou de um AP malicioso). Caso o pacote seja de

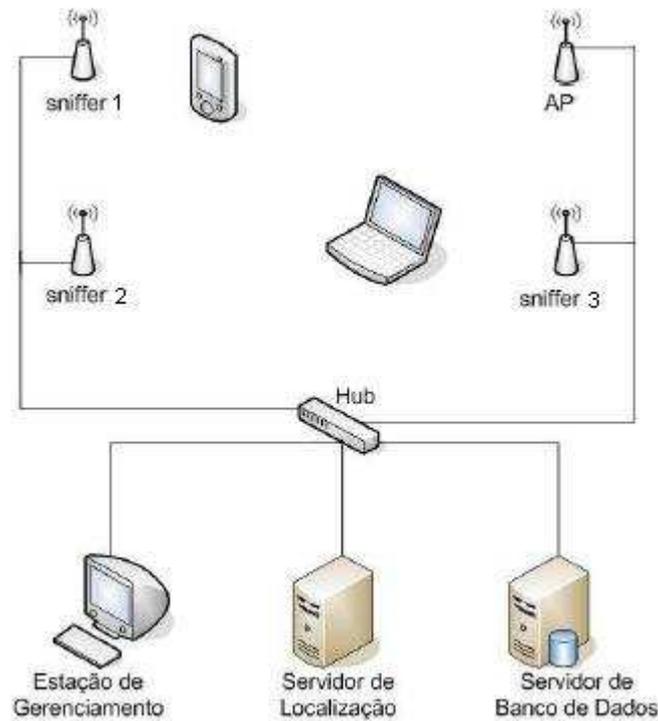


Figura 3.3: Exemplo de esquema da disposição dos sniffers em torno de um AP

um AP do local, provavelmente um *BEACON*, uma estrutura de dados armazena o endereço MAC e o nível de sinal recebido no pacote. Após um número determinado de amostras do sinal, o *Sniffer* calcula a média e o desvio padrão das amostras do sinal e armazena essas informações na tabela *SnifferAP* nos atributos *mean_rssi_ap* e *std_dev_ap* (Capítulo 4). O cálculo da média e do desvio padrão são explicados no Anexo A.

Se o pacote não for de um AP cadastrado no local, ele será de um dispositivo ou de um AP malicioso. Neste caso o *Sniffer* armazena em outra estrutura de dados às informações recebidas no pacote. Após um determinado número de amostras de um dispositivo, o *Sniffer* armazena na tabela *DetectedDevice* o endereço MAC do dispositivo, a identificação do *sniffer* que está armazenando estas informações no Banco de Dados e a média e o desvio padrão dos níveis de sinal recebidos.

Cada vez que o *Sniffer* é iniciado, este calcula um mapa de propagação. Este mapa de propagação funciona como um *grid* onde cada ponto deste *grid* é uma possível posição onde um dispositivo pode ser encontrado. Para calcular o número

de posições do *grid* basta multiplicarmos o valor da largura do local pelo seu comprimento de dividir pela resolução do *grid* $((X_{\max} * Y_{\max})/GridResolution)$.

O objetivo deste mapa é criar o modelo de propagação do ambiente e estimar o nível de sinal de um dispositivo encontrado em uma posição do *grid*. Para estimar este nível de sinal, é necessário um ponto de referência dentro do ambiente. Este ponto de referência é um AP, chamado de AP de referência. Para calcular o nível de sinal esperado em um ponto do *grid* usa-se uma função matemática que tem como parâmetros a distância do *Sniffer* ao AP de referência, a média e o desvio padrão do nível de sinal do AP de referência medido pelo *Sniffer*, a distância do *Sniffer* ao ponto do *grid* que se deseja estimar o nível de sinal e um parâmetro, chamado n . Esta função matemática não é alvo deste trabalho.

Estimado o nível de sinal em cada ponto, calcula-se, através de estatísticas, a probabilidade de um dispositivo estar realmente em cada ponto. Estas probabilidades que constituem o mapa de propagação são armazenadas na tabela PropagationMap do Banco de Dados (Capítulo 4).

Cada vez que o *Sniffer* detectar uma alteração no ambiente no ambiente mediante uma variação maior que o desvio padrão no nível de sinal, ele recalculará este mapa de propagação.

Uma limitação do *Sniffer* é a impossibilidade de "escutar" todos os canais disponíveis ao mesmo tempo. Esta impossibilidade é causada pelo *Hardware*, mais especificamente pela placa de rede, cujo driver não suporta este tipo de processamento. Em [2], os autores relatam também este problema.

3.2.2 O Servidor de Banco de Dados

O servidor de Banco de Dados é constituído de uma máquina comum, PC, com um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) instalado nele. Para que este SGBD esteja corretamente configurado para os aplicativos utilizados neste trabalho, será apresentado no Capítulo 4 a instalação e configuração do MySQL, um SGBD grátis e bem robusto.

O SGBD pode ser instalado junto com o *Sniffer* ou junto com o Servidor de Localização. É aconselhável, no entanto, não se instalar o SGBD na mesma máquina do *Sniffer* ou do Servidor de Localização, pois o nível de utilização e conseqüentemente de processamento necessário ao SGBD é elevado, pois cada *Sniffer* escreve no Banco de Dados em um espaço de tempo muito curto e, ainda, o Servidor de Localização acessa o Banco de Dados a todo o momento para ler ou inserir dados. Quanto maior o número de *Sniffers*, maior a quantidade de acessos ao Banco de Dados. O Aplicativo Gráfico também faz acesso ao Banco de Dados para obter os registros inseridos pelo Servidor de Localização.

3.2.3 O Servidor de Localização

A função do Servidor de Localização é estimar a posição de um determinado dispositivo e armazenar esta posição na tabela History do Banco de Dados. Para isso, o Servidor de Localização utiliza a tabela DetectedDevice para recuperar o nível de sinal de cada dispositivo móvel armazenado por cada *Sniffer*.

Após recuperar o nível de sinal de um dispositivo, o Servidor de Localização executa uma busca na tabela PropagationMap para descobrir a posição no mapa de propagação para o nível de sinal lido de cada dispositivo.

Como cada *Sniffer* possui um mapa de propagação, o Servidor de Localização possuirá n posições possíveis para o dispositivo, sendo n o número de *Sniffers* associado a este local. Para estimar precisamente em qual das n posições o dispositivo se encontra, o Servidor de Localização calcula a probabilidade do dispositivo estar em cada uma das n posições.

Com o valor das probabilidades, o Servidor de Localização armazena na tabela History a posição que possui a maior probabilidade calculada pelo Servidor de Localização. O valor da maior probabilidade é armazenado também na tabela History, junto com o Endereço MAC do dispositivo, da hora que ocorreu a localização, do local onde foi localizado o dispositivo e das coordenadas estimadas do dispositivo.

Capítulo 4

Banco de Dados

Este Capítulo apresenta os motivos pelo qual foi escolhido um Banco de Dados Relacional para armazenar as informações do Sistema de Localização. Posteriormente, a estrutura do Banco de Dados será explicada. Por fim, o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados será apresentado.

4.1 Por que usar um Banco de Dados?

Para o Aplicativo Gráfico receber os dados do Sistema de Localização se fez necessário o desenvolvimento de um meio para isto. Uma estrutura de dados que armazenasse esses dados, para posterior análise e utilização pelo Aplicativo Gráfico. Duas opções são as mais usadas pelos programadores. São elas: Arquivos e Banco de Dados.

A escolha pelo Banco de Dados se deve além das propriedades do mesmo, listadas abaixo, à não necessidade de se implementar uma região crítica, para prevenir a sobreposição de dados na escrita de um arquivo, bem como *DeadLock* ou *Starvation*.

As propriedades mais comuns de todos os Bancos de Dados são:

1. Redução ou Eliminação de Redundâncias - Possibilita a eliminação de dados privativos de cada sistema. Os dados, que eventualmente são comuns a mais

de um sistema, são compartilhados por eles, permitindo o acesso a uma única informação sendo consultada por vários sistemas.

2. Eliminação de Inconsistências - Através do armazenamento da informação em um único local com acesso descentralizado e, sendo compartilhada por vários sistemas, os usuários estarão utilizando uma informação confiável. A inconsistência ocorre quando um mesmo campo tem valores diferentes em sistemas diferentes.
3. Compartilhamento dos Dados - Permite a utilização simultânea e segura de um dado, por mais de uma aplicação ou usuário, independente da operação que esteja sendo realizada. Deve ser observado apenas o processo de atualização concorrente, para não gerar erros de processamento (atualizar simultaneamente o mesmo campo do mesmo registro). Os aplicativos são, por natureza, multiusuário.
4. Restrições de Segurança - Define para cada usuário o nível de acesso a ele concedido (leitura, leitura e gravação ou sem acesso) ao arquivo e/ou campo. Este recurso impede que pessoas não autorizadas utilizem ou atualizem um determinado arquivo ou campo.
5. Padronização dos Dados - Permite que os campos armazenados na base de dados sejam padronizados segundo um determinado formato de armazenamento (padronização de tabela, conteúdo de compôs, etc) e ao nome de variáveis seguindo critérios padrões preestabelecido pela empresa.
6. Independência dos Dados - Representa a forma física de armazenamento dos dados no Banco de Dados e a recuperação das informações pelos programas de aplicação. Esta recuperação deverá ser totalmente independente da maneira como os dados estão fisicamente armazenados. Quando um programa retira ou inclui dados, o SGBD compacta-os para que haja um menor consumo de espaço no disco. Este conhecimento do formato de armazenamento do campo é totalmente transparente para o usuário. A independência dos dados permite os seguintes recursos:

- Os programas de aplicação definem apenas os campos que serão utilizados independente da estrutura interna dos arquivos
 - Quando há inclusão de novos campos no arquivo, será feita manutenção apenas nos programas que utilizam esses campos, não sendo necessário mexer nos demais programas.
7. Manutenção da Integridade - Consiste em impedir que um determinado código ou chave em uma tabela não tenha correspondência em outra tabela.

4.2 A estrutura do Banco de Dados

O Banco de Dados foi desenvolvido para atender tanto ao Aplicativo Gráfico como ao Sistema de Localização. Por isso, nem todas as tabelas do Banco de Dados são usadas pelo Aplicativo Gráfico.

4.2.1 O modelo do Banco de Dados

Um modelo foi desenvolvido para este Banco de Dados. O Diagrama de Entidades e Relacionamento (DER) pode ser observado na Figura 4.1.

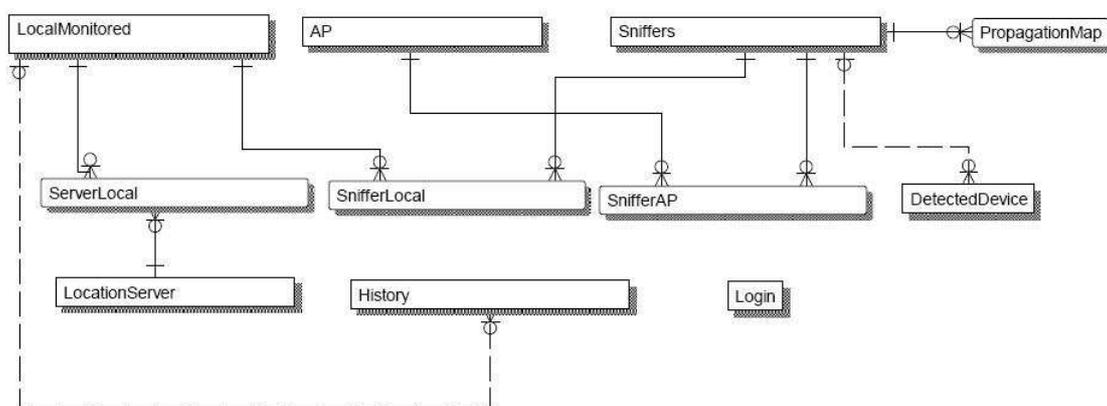


Figura 4.1: Modelo do banco de Dados

4.2.2 Descrição das tabelas do Banco de Dados

A Tabela LocalMonitored é o ponto de partida do sistema. Ela contém as informações sobre o local que será monitorado. Seus atributos podem ser observados na Figura 4.2.

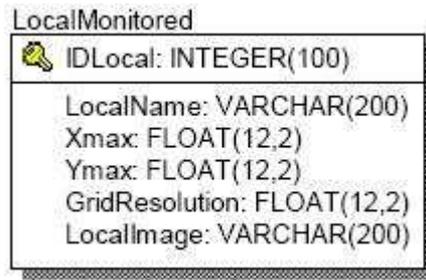


Figura 4.2: Atributos da Tabela LocalMonitored

O atributo IDLocal identifica unicamente cada local inserido na tabela. O atributo LocalName serve para se associar um nome ao local. Os atributos Xmax e Ymax servem para informar ao Sistema de Localização o tamanho X e Y em metros do local sendo monitorado. GridResolution informa a resolução do *grid* que o Sistema de Localização usará. Por fim, o atributo LocalImage armazena o nome do arquivo de imagem que contém a planta do local a ser monitorado.

Em cada local pode existir um ou mais Servidores de Localização (Capítulo 3) ou um Servidor de Localização pode ser responsável pelo monitoramento de mais de um local. Por este motivo a Tabela ServerLocal é responsável pelo armazenamento das relações entre os locais e seus respectivos Servidores de Localização. Os atributos da Tabela ServerLocal podem ser vistos na Figura 4.3.

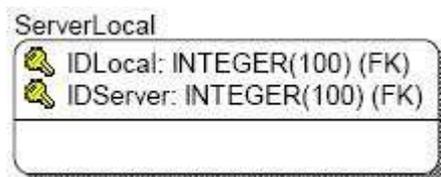


Figura 4.3: Atributos da Tabela ServerLocal

A combinação do atributo IDLocal com o IDServer cria uma relação única na tabela informando ao sistema que um Servidor de Localização está relacionado a um

local. O atributo IDLocal é a chave primária da Tabela LocalMonitored e o atributo IDServer é a chave primária da Tabela LocationServer.

A Tabela LocationServer armazena as informações sobre os Servidores de Localização (capítulo 3) utilizados pelo Sistema de Localização. Os atributos da Tabela LocationServer podem ser vistas na Figura 4.4.

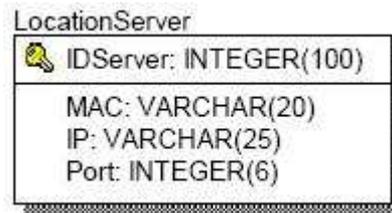


Figura 4.4: Atributos da Tabela LocationServer

O atributo IDServer identifica unicamente cada Servidor de Localização. O atributo MAC armazena a informação sobre o endereço MAC da placa de rede do Servidor de Localização. Esta informação é usada pelo Sistema de Localização. O atributo IP armazena o IP atual do Servidor de Localização. Este IP será usado pelo Sistema de Localização para a conexão entre o Servidor de Localização e os *Sniffers* (capítulo 3). O atributo Port armazena a porta na qual o Servidor de Localização vai se comunicar com os *Sniffers*.

Como descrito anteriormente, para o Servidor de Localização funcionar ele precisa se conectar aos *Sniffers* que estão presentes no local a ser monitorado. Para isso, a Tabela SnifferLocal informa quais *Sniffers* estão instalados em cada local. Os *Sniffers* estão relacionados com o local e não com o Servidor de Localização porque assim foi implementado no Sistema de Localização. Cada *Sniffer* não pode atender mais de um local. Os atributos da Tabela SnifferLocal são apresentados na Figura 4.5.

A combinação do atributo IDLocal com o IDSniffer cria uma relação única na tabela informando ao Sistema que um *Sniffer* está relacionado a um local. O atributo IDLocal é a chave primária da Tabela LocalMonitored e o atributo IDSniffer é a chave primária da Tabela Sniffers.

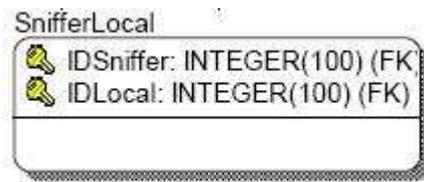


Figura 4.5: Atributos da Tabela SnifferLocal

A Tabela Sniffers armazena as informações sobre cada *Sniffer*. Os seus atributos podem ser vistos na Figura 4.6.

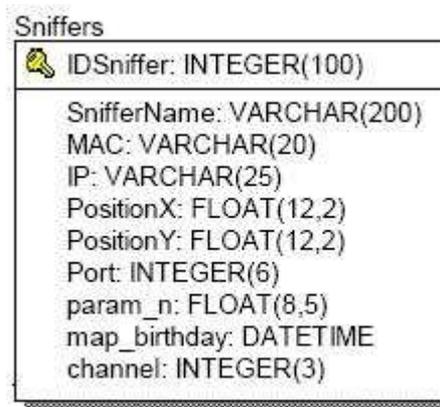


Figura 4.6: Atributos da Tabela Sniffers

O atributo IDSniffer identifica unicamente cada *Sniffer* cadastrado na tabela. O atributo SnifferName é utilizado para associar um nome ao *Sniffer* para facilitar sua identificação. Os atributos MAC e IP, assim como na Tabela LocationServer, servem para informar ao Sistema de Localização o endereço MAC e o endereço IP atual da máquina onde está instalado o *Sniffer*. Os atributos PositionX e PositionY servem respectivamente para informar ao Sistema de Localização a coordenada X e Y, dentro do local, de onde está posicionado o *Sniffer*. O atributo Port serve para informar qual é a porta de saída que o *Sniffer* irá se comunicar com o Servidor de Localização. O atributo param_n é uma parâmetro do modelo de propagação utilizado pelo Sistema de Localização (Capítulo 3). O atributo map_birthday serve para informar a última vez que o Mapa de Propagação (Capítulo 3) do *Sniffer* foi criado. Este Mapa de Propagação fica cadastrado na Tabela PropagationMap que será apresentada mais adiante. Por último o atributo channel serve para informar ao Sistema de Localização qual canal que ele deverá "escutar" dentre os 11 canais

disponíveis (Capítulo 2).

A Tabela PropagationMap armazena o Mapa de Propagação (Capítulo 3) de cada *Sniffer*. Os atributos da Tabela PropagationMap podem ser vistos na Figura 4.7.

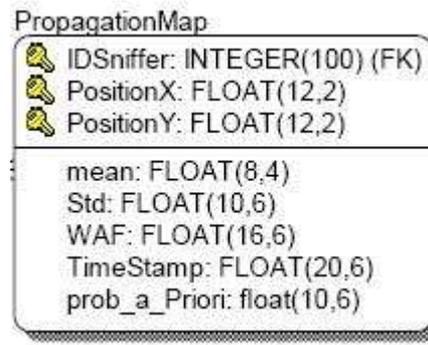
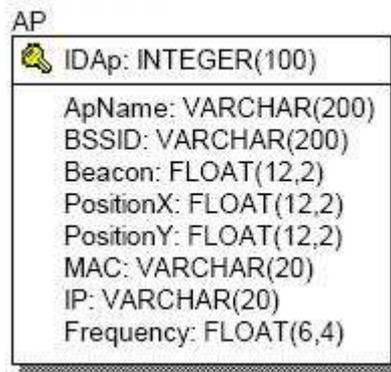


Figura 4.7: Atributos da Tabela PropagationMap

A tupla IDSniffer, PositionX e PositionY definem unicamente cada registro da tabela. O atributo IDSniffer é a chave primária da Tabela Sniffers e os atributos PositionX e PositionY informam as posições possíveis que um dispositivo de rede sem fio pode estar localizado dentro do local monitorado (Capítulo 3). O atributo mean informa a média do valor do sinal que deve ser encontrado na coordenada X e Y e o atributo std informa o desvio padrão do sinal na coordenada, dentro do Mapa de Propagação. Já o atributo WAF (Wall Attenuation Factor) é um parâmetro utilizado pelo modelo de propagação do Sistema de Localização para informar as atenuações causadas por paredes, divisórias, etc, dentro do local. O atributo TimeStamp indica o tempo na qual o mapa de propagação foi criado. Por fim, o atributo prob_a_Priori informa a probabilidade a priori de um dispositivo de rede sem fio estar na posição X e Y do mapa. Todos os atributos desta tabela são populados e acessados unicamente pelo Sistema de Localização.

Cada local deve possuir pelo menos um *Access Point* (AP) instalado, para que os dispositivos de rede sem fio possam se conectar a rede cabeada (Capítulo 2). As informações sobre os APs são inseridos na Tabela AP. Os atributos desta tabela podem ser vistos na Figura 4.8.

O atributo IDAp identifica unicamente cada AP cadastrado na tabela. O atributo

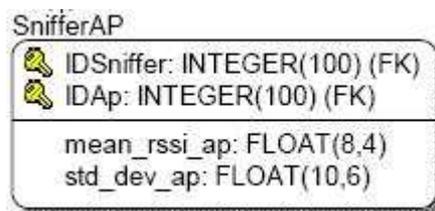


AP	
IDAp	INTEGER(100)
ApName	VARCHAR(200)
BSSID	VARCHAR(200)
Beacon	FLOAT(12,2)
PositionX	FLOAT(12,2)
PositionY	FLOAT(12,2)
MAC	VARCHAR(20)
IP	VARCHAR(20)
Frequency	FLOAT(6,4)

Figura 4.8: Atributos da Tabela AP

ApName é utilizado para associar um nome ao AP para facilitar sua identificação. O atributo BSSID e o atributo Beacon são informações referentes ao AP (Capítulo 2). Os atributos PositionX e PositionY servem respectivamente para informar ao Sistema de Localização a localização X e Y, dentro do local, de onde está posicionado o AP. Os atributos MAC e IP servem para informar ao Sistema de Localização o endereço MAC e o endereço IP atual do AP. O atributo frequency é a frequência na qual o AP trabalha.

Como descrito no Capítulo 3, cada AP tem uma quantidade de *Sniffers* que se associam a ele para localizar um dispositivo móvel. Para o Sistema de Localização reconhecer qual *Sniffer* está associado a um AP, ele consulta a Tabela SnifferAP. Os atributos da Tabela SnifferAP podem ser vistos na Figura 4.9.



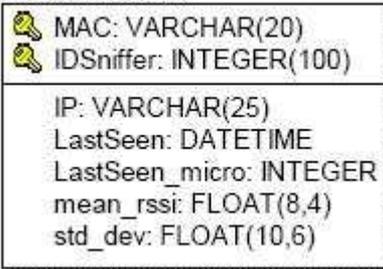
SnifferAP	
IDSniffer	INTEGER(100) (FK)
IDAp	INTEGER(100) (FK)
mean_rssi_ap	FLOAT(8,4)
std_dev_ap	FLOAT(10,6)

Figura 4.9: Atributos da Tabela SnifferAP

A combinação do atributo IDSniffer com o IDAp cria uma relação única na tabela informando ao Sistema de Localização que um *Sniffer* está relacionado um AP. O atributo IDAp é a chave primária da Tabela AP e o atributo IDSniffer é a chave primária da Tabela Sniffers. O atributo mean_rssi_ap armazena a média dos sinais de um AP recebidos por um *Sniffer*. O atributo std_dev_ap armazena o desvio

padrão dos sinais de um AP recebidos por um *Sniffer*. Para maiores informações sobre esses dois atributos consulte o Capítulo 3.

A Tabela DetectedDevice armazena os dispositivos móveis detectados por cada *Sniffer*. Esta é a principal tabela utilizada pelo Servidor de Localização. Cada dispositivo móvel localizado por um *Sniffer* é cadastrado nesta tabela, bem como as informações deste dispositivo. Então o Servidor de Localização lê os registros desta tabela e estima a posição do dispositivo. Os atributos da Tabela DetectedDevice podem ser vistos na Figura 4.10.



DetectedDevice	
MAC	VARCHAR(20)
IDSniffer	INTEGER(100)
IP	VARCHAR(25)
LastSeen	DATETIME
LastSeen_micro	INTEGER
mean_rssi	FLOAT(8,4)
std_dev	FLOAT(10,6)

Figura 4.10: Atributos da Tabela DetectedDevice

A tupla MAC, IDSniffer identificam unicamente cada dispositivo localizado por cada *Sniffer*. O atributo MAC armazena o endereço MAC da placa de rede do dispositivo móvel localizado. O atributo IDSniffer identifica qual *Sniffer* localizou o dispositivo. O atributo IP identifica o endereço IP atual do dispositivo localizado. O atributo LastSeen junto com o atributo LastSeen_micro armazenam o momento em que o dispositivo foi localizado com precisão de microsegundos. O atributo mean_rssi armazena a média do sinal recebido deste dispositivo. E o atributo std_dev armazena o desvio padrão do sinal dispositivo móvel.

Após estimar a posição de um dispositivo o Servidor de Localização armazena a informação na Tabela History. Esta tabela é a principal tabela para o Aplicativo Gráfico. Conforme será apresentado no Capítulo 5, o Aplicativo Gráfico recebe as informações desta tabela para apresentar a posição que se encontra o dispositivo móvel, bem como suas informações. Esta tabela ainda pode ser usada como um histórico das posições encontradas de cada dispositivo. Os atributos da Tabela History se encontram na Figura 4.11.

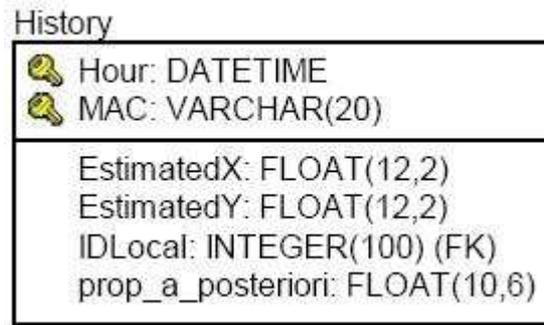


Figura 4.11: Atributos da Tabela History

A tupla MAC e Hour identificam unicamente o momento em que um dispositivo foi localizado e as informações deste dispositivo neste momento. O atributo MAC informa o MAC da placa de rede do dispositivo móvel localizado. O atributo Hour registra o dia e a hora em que este dispositivo foi localizado pelo Servidor de Localização. O atributo EstimatedX e EstimatedY armazenam a posição X e a posição Y, respectivamente, que o Servidor de Localização estimou. O atributo IDLocal registra em qual local este dispositivo foi localizado, pois como estes dispositivos possuem naturalmente uma capacidade móvel, um determinado dispositivo pode estar em um momento em um local e no momento seguinte em outro local. O atributo prop_a_posteriori informa a probabilidade de o dispositivo móvel estar realmente no local estimado pelo Servidor de Localização.

A Tabela Login serve para verificar se um usuário possui permissões de acesso tanto no Aplicativo de Gerência do Banco de Dados, quanto no Aplicativo Gráfico. Os atributos da Tabela Login estão na Figura 4.12.

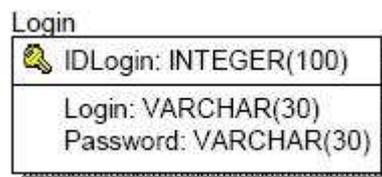


Figura 4.12: Atributos da Tabela Login

O atributo IDLogin identifica unicamente cada registro inserido na tabela. Já o atributo Login contém o nome de usuário com acesso aos aplicativos e o atributo Password possui a senha de acesso do nome de usuário com acesso aos aplicativos.

Para se ter acesso aos aplicativos, deve-se fornecer um login cadastrado na tabela e a senha correspondente a este login.

4.2.3 Instalação do Banco de Dados

Dentre os Bancos de Dados existentes no mercado, foi utilizado o MySQL por ser de domínio público, confiável e possuir todas as características necessárias para aplicação funcionar, como por exemplo, controle na escrita nas tabelas para evitar sobreposição de dados.

Pode-se fazer download do MySQL no site <http://www.mysql.com> e recomenda-se utilizar a versão 4.0 ou superior do MySQL.

Para instalar o MySQL no sistema operacional Linux, basta executar o script abaixo.

Script de instalação

```
#!/bin/bash
# Verifica se o usuário tem permissão para instalar o pacote
if [[ $USER != "0" ]]
then
echo " Este script deve ser executado através do usuário root"
exit
fi
# == -----
# Baixando pacote do MySQL
# == -----
wget http://www3.linuxpackages.net/packages/Slackware-9.1/ \
Daemon/mysql/mysql-4.0.18-i486-1jim.tgz
# == -----

# Instalando pacote
```

```
# == -----
installpkg mysql-4.0.18-i486-1jim.tgz
# == -----
# Instalando banco de dados
# == -----
mysql_install_db
mysql_setpermission
# == -----
# Alterando permissões das tabelas
# == -----
chown -R mysql:mysql /var/lib/mysql/
# == -----
# Iniciando o mysql
# == -----
mysqld_safe &
echo 'mysqld_safe &' >> /etc/rc.d/rc.local
```

Configurações pós-instalação

Após a instalação do servidor de Banco de Dados MySQL, o mesmo deve sofrer alguns ajustes em suas configurações. Estas modificações visam permitir a execução dos Aplicativos em um contexto separado e seguro.

Dentre as modificações a serem executadas as mais importantes são a atribuição de uma senha ao usuário root dentro do gerenciador de banco de dados (SGBD), a remoção de contas de acesso que não possuem senha, a criação do banco de dados e tabelas utilizadas pelos aplicativos.

Atribuir senha ao usuário root:

Para atribuir uma senha ao usuário root, dentro de uma Shell do LINUX execute o comando a seguir:

```
mysqladmin -u root password 'localizar'
```

Script de criação do Banco de Dados e das tabelas:

O banco de dados e as tabelas necessárias para o funcionamento dos aplicativos, podem ser construídas com o uso de um script como este que aparece a seguir.

```
CREATE DATABASE 'Localization';
use Localization;
# -----
# Criando tabela LocalMonitored
# -----
create table LocalMonitored (IDLocal integer(100) auto_increment
primary key, LocalName varchar(200) , Xmax real(12,2) ,
Ymax real(12,2) ,GridResolution real(12,2) , LocalImage varchar(200));

# -----
# Criando tabela Sniffers
# -----
create table Sniffers (IDSniffer integer(100) auto_increment
primary key,SnifferName varchar(200) , MAC varchar(20) ,
IP varchar(25) , PositionX real(12,2) , PositionY real(12,2) ,
Port integer(6) ,DwellTime integer(100) , param_n real(8,5),
may_birthday datetime,channel integer(3));

# -----
# Criando tabela AP
# -----
create table AP (IDAp integer(100) auto_increment primary key,
ApName varchar(200) , BSSID varchar(200) , Beacon real(12,2) ,
MAC varchar(20) , IP varchar(25) , PositionX real(12,2) ,
PositionY real(12,2) , Frequency real(6,4) );

# -----
```

```
# Criando tabela LocationServer
# -----
create table LocationServer (IDServer integer(100) auto_increment
primary key,MAC varchar(20) , IP varchar(25) , Port integer(6));

# -----
# Criando tabela SnifferLocal
# -----
create table SnifferLocal (IDSniffer integer(100), IDLocal
integer(100), primary key(IDSniffer,IDLocal));

# -----
# Criando tabela SnifferAP
# -----
create table SnifferAP (IDSniffer integer(100), IDAp integer(100),
mean_rssi_ap real(8,4), std_dev_ap real(10,6) ,
primary key(IDSniffer,IDA));

# -----
# Criando tabela ServerLocal
# -----
create table ServerLocal (IDServer integer(100), IDLocal integer(100),
primary key(IDServer,IDLocal));

# -----
# Criando tabela DetectedDevice
# -----
create table DetectedDevice (MAC varchar(20), IDSniffer integer(100),
IP varchar(25) , LastSeen datetime, LastSeen_micro integer,
mean_rssi real(8,4) , std_dev real(10,6) , primary key(MAC,IDSniffer));
```

```
# -----  
# Criando tabela History  
# -----  
create table History (MAC varchar(20), Hour datetime,  
EstimatedX real(12,2) , EstimatedY real(12,2), IDLocal integer(100),  
prop_a_posteriori real(10,6), primary key(MAC,Hour));  
  
# -----  
# Criando tabela PropagationMap  
# -----  
create table PropagationMap (IDSniffer integer(100),  
PositionX real(12,2) , PositionY real(12,2) , mean real(8,4),  
std real(10,6), WAF real(16,6), TimeStamp real(20,6),  
prob_a_priori real(10,6), primary key(IDSniffer,  
PositionX, PositionY));  
  
# -----  
# Criando tabela Login  
# -----  
create table Login (IDLogin integer(100) auto_increment primary key ,  
Login varchar(30) , Password varchar(30));  
  
# -----  
# Inserindo um usuário na tabela Login  
# -----  
insert into Login (Login, Password) VALUES ('adm','adm');
```

Removendo as contas do MySQL que estão sem senha:

Para remover todos os usuários que não possuem uma senha cadastrada no gerenciador de banco de dados, pode-se utilizar os comandos a seguir:

```
mysql -p -u root mysql
```

```
mysql> delete from user where password='';  
mysql> flush privileges;  
mysql> \q
```

Atribuindo permissão para o usuário root acessar todas as tabelas:

Os comandos a seguir permitem a criação do usuário que irá acessar as tabelas do protótipo, bem como fornecer tais permissões ao mesmo.

```
mysql -u root mysql -p  
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON Localization.* TO root@'%'  
IDENTIFIED BY 'localization' WITH GRANT OPTION;  
mysql> FLUSH PRIVILEGES;  
mysql> quit
```

4.3 O Aplicativo de Gerência do Banco de Dados

Algumas informações devem ser passadas pelo administrador da rede sem fio para que o Sistema de Localização possa funcionar corretamente. Por exemplo as posições X e Y do Servidor de Localização, dos *Sniffers* e dos APs devem ser informadas pelo administrador da rede. Estas informações são armazenadas no Banco de Dados, nas tabelas apresentadas acima, para consulta posterior do Sistema de Localização. Para que o administrador da rede sem fio não precise interagir diretamente com o Banco de Dados, através da linguagem SQL, criou-se um Aplicativo de Gerência do Banco de Dados para esta interação.

O Aplicativo de Gerência do Banco de Dados foi desenvolvido como modelo de página para Internet, usando a linguagem de script PHP, para que o administrador possa acessar e alterar as informações no Banco de Dados de qualquer local, desde que tenha um computador acessando a Internet.

4.3.1 Apresentação do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados

Para iniciar o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados, deve-se acessar o local onde o mesmo foi instalado através de um browser. A instalação do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados será apresentada na seção 4.3.2.

A primeira página do Aplicativo pede um login e uma senha para que se acesse o Aplicativo. Este login e senha devem ser de conhecimento unicamente das pessoas com permissão para isso. Esta medida visa que pessoas sem autorização para acesso ao Banco de Dados alterem algum dado. A tela de login e senha do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados pode ser visto na Figura 4.13.



Figura 4.13: Tela de login e senha do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados

Após a validação do login e senha informados, o menu de opções será apresentado. Neste menu o administrador da rede sem fio poderá escolher qual tabela ele deseja ver as informações. A tela de menu pode ser vista na Figura 4.14.

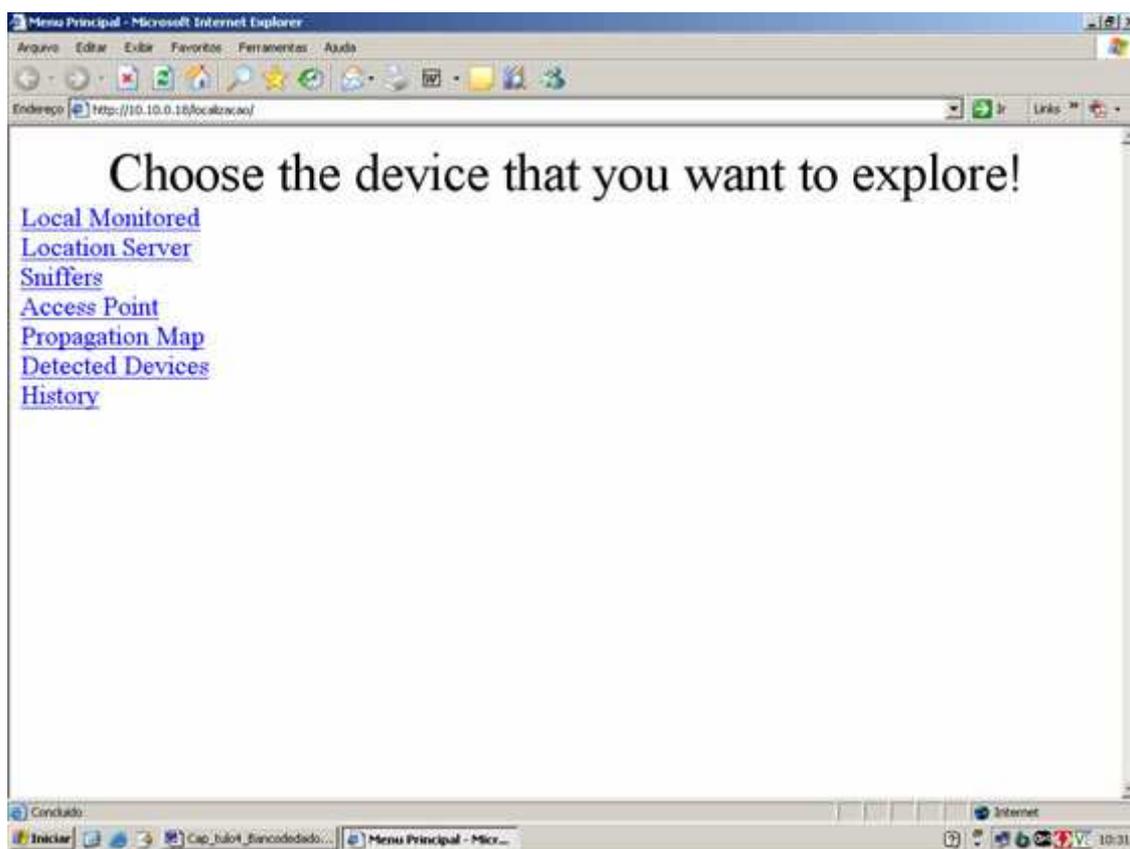


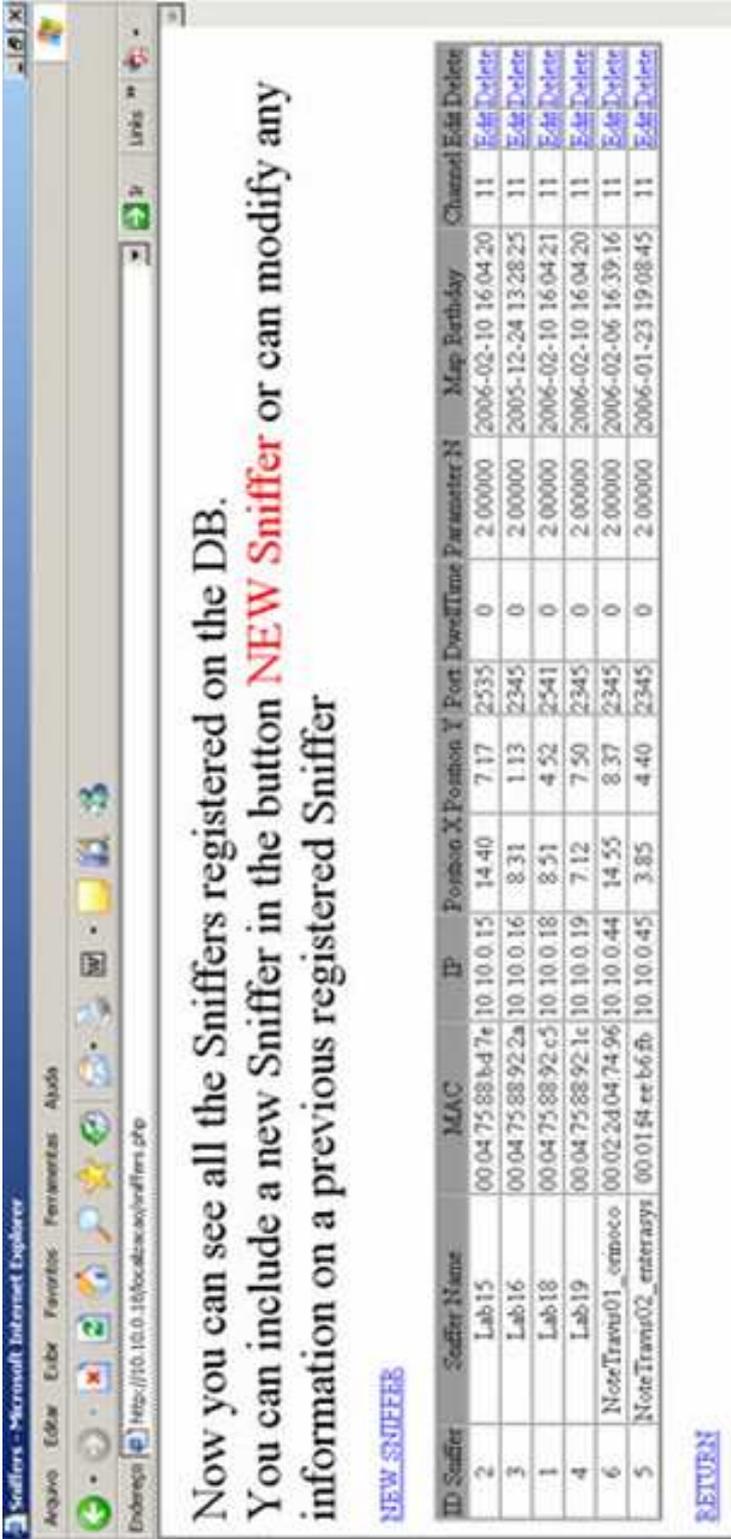
Figura 4.14: Tela de menu do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados

As páginas de gerência de cada tabela seguem o mesmo padrão para facilitar a familiarização do administrador com o Aplicativo.

Ao escolher uma tabela para visualizar as informações, uma página com todas as informações relevantes da tabela será apresentada. A Figura 4.15 apresenta a tela que aparecerá para o administrador, caso o mesmo escolha a opção Sniffers.

Nesta tela o administrador pode verificar os *Sniffers* cadastrados no Banco de Dados. Para inserir um novo *Sniffer* no Banco de Dados, basta o administrador escolher a opção "NEW SNIFFER". Uma tela será exibida para que o administrador insira as informações do novo *Sniffer*. A Figura 4.16 apresenta a tela de inserção de novo *Sniffer*.

Se as informações inseridas estiverem corretas, o novo *Sniffer* estará cadastrado no Banco de Dados e o Administrador retornará para a página de informações sobre os *Sniffers* cadastrados.



Now you can see all the Sniffers registered on the DB.
 You can include a new Sniffer in the button **NEW Sniffer** or can modify any information on a previous registered Sniffer

[NEW_SNIFFERS](#)

ID Sniffer	Sniffer Name	MAC	IP	Port	X Position	Y Position	Port	DwellTime	Parameter	N	Map	Barthday	Channel	Edit	Delete
2	Lab15	00:04:75:88:b:d7e	10.10.0.15	14.40	7.17	2535	0	2.00000		2006-02-10	16:04:20	11	Edit	Delete	
3	Lab16	00:04:75:88:92:2a	10.10.0.16	8.31	1.13	2345	0	2.00000		2005-12-24	13:28:25	11	Edit	Delete	
1	Lab18	00:04:75:88:92:c5	10.10.0.18	8.51	4.52	2541	0	2.00000		2006-02-10	16:04:21	11	Edit	Delete	
4	Lab19	00:04:75:88:92:1c	10.10.0.19	7.12	7.50	2345	0	2.00000		2006-02-10	16:04:20	11	Edit	Delete	
6	NoteTravis01_omoco	00:02:2d:04:74:96	10.10.0.44	14.55	8.37	2345	0	2.00000		2006-02-06	16:39:16	11	Edit	Delete	
5	NoteTravis02_enterays	00:01:94:ee:b6:fb	10.10.0.45	3.85	4.40	2345	0	2.00000		2006-01-23	19:08:45	11	Edit	Delete	

[RETURN](#)

Figura 4.15: Tela de apresentação das informações da tabela Sniffers

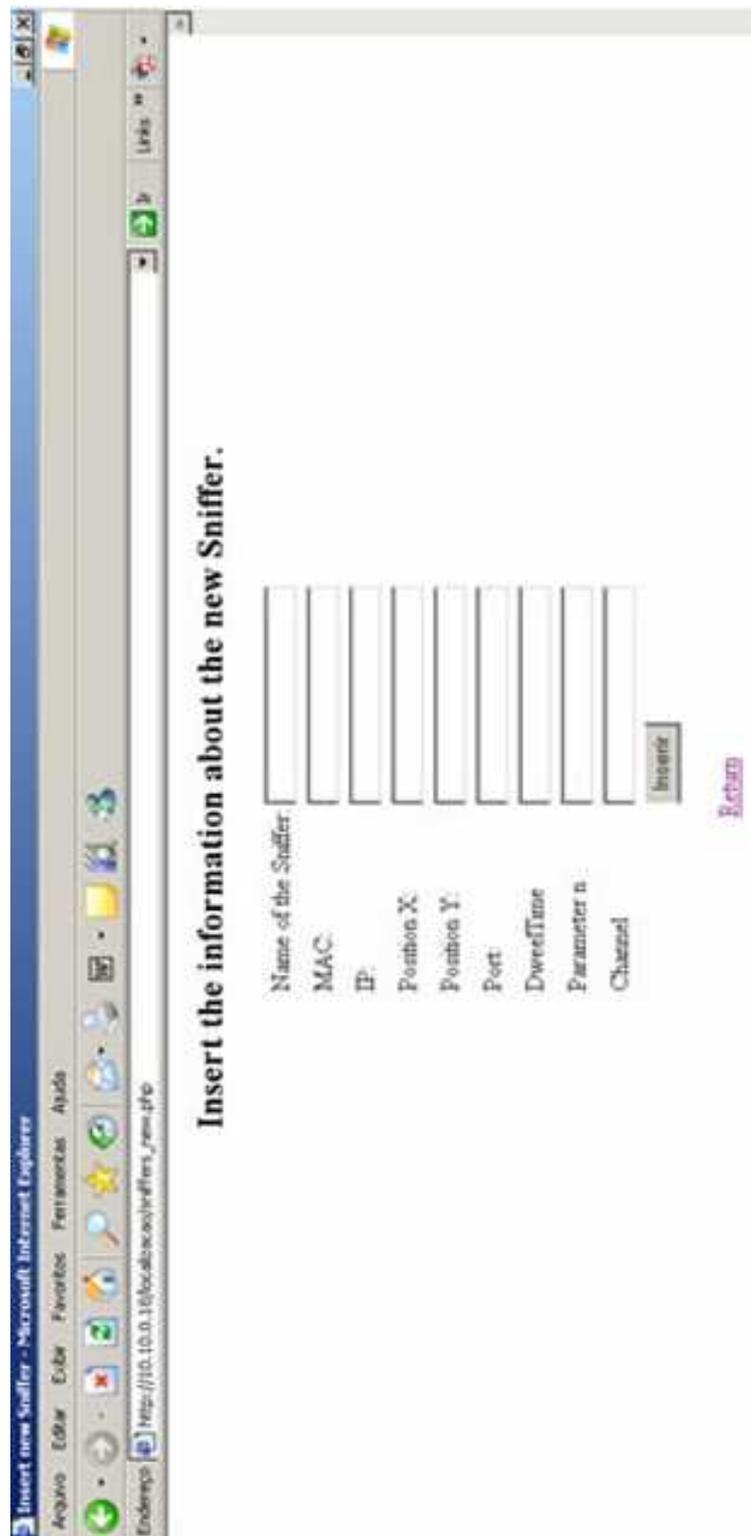


Figura 4.16: Tela de inserção de novo Sniffer no Banco de Dados

O administrador poderá também alterar alguma informação dos *Sniffers* já cadastrados. Para isso, basta o administrador escolher a opção "Edit" correspondente

ao *Sniffer* que ele deseja alterar. A Figura 4.17 apresenta a tela de alteração de informações de um *Sniffer*.

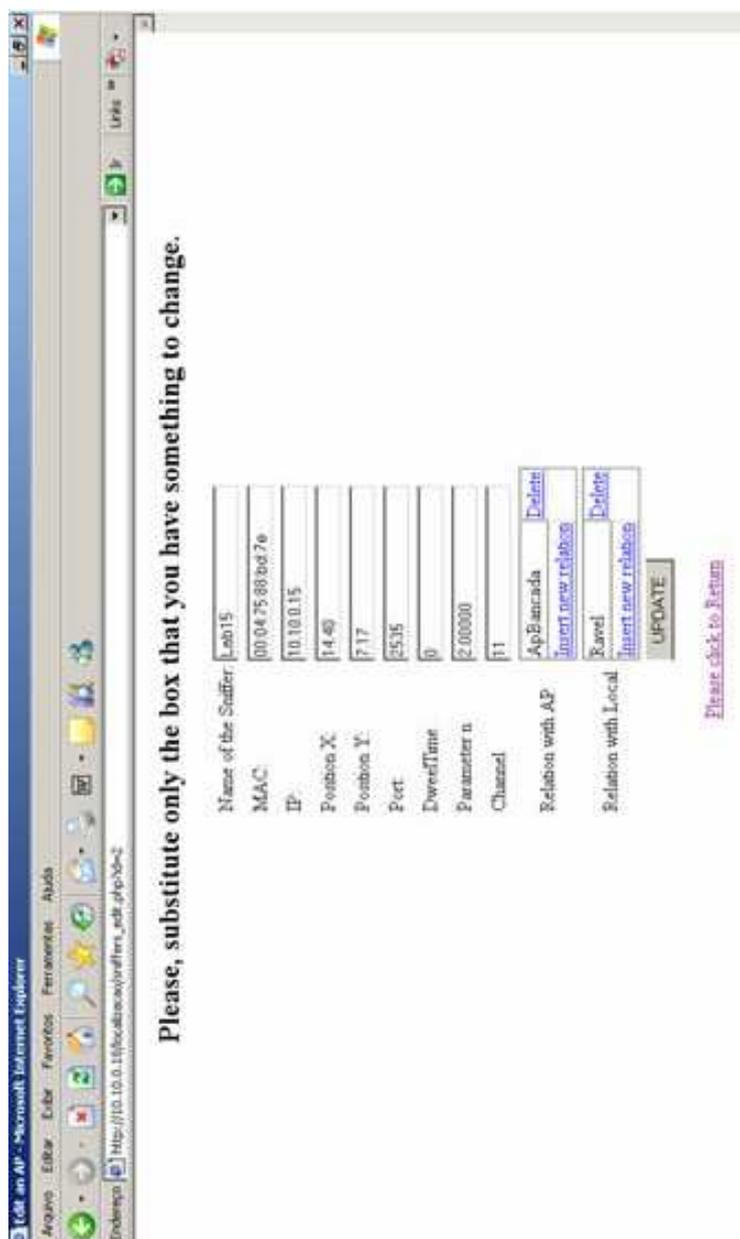


Figura 4.17: Tela de alteração de um Sniffer no Banco de Dados

Após alterar as informações, se as mesmas estiverem corretas, elas serão inseridas no Banco de Dados.

Na Figura 4.17 pode-se observar que existe uma opção de se administrar as relações do *Sniffer* com os *Access Points* (APs) ou ainda com o local. O administrador pode cadastrar um novo relacionamento entre o *Sniffer* e um AP (ou local) ou ainda

pode excluir uma relação entre o *Sniffer* e um AP (ou local). Caso o administrador escolha inserir uma nova relação, a tela apresentada na Figura 4.18 será exibida para que ele escolha com qual dispositivo o *Sniffer* fará relacionamento.

O administrador ainda poderá excluir um *Sniffer* do Banco de Dados. Para isso basta escolher a opção "Delete" referente ao *Sniffer* que ele deseja excluir. Após isso será exibida uma tela de confirmação da exclusão. Caso o administrador confirme a exclusão o registro do *Sniffer* escolhido será apagado da tabela Sniffers e de todas as tabelas que tem relação com a tabela Sniffers.

Os outros itens no menu principal do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados seguem o mesmo padrão, não necessitando de exposição de cada item.

Os únicos itens que não seguem o padrão são DetectedDevices e History, no qual o administrador não pode inserir, editar ou excluir os registros.

Existem atributos em algumas tabelas, por exemplo na tabela Sniffers o atributo may_birthday, que não podem ser inseridos ou editados junto com as informações do novo *sniffer*. Esses atributos que não podem ser inseridos ou editados são manipulados automaticamente pelo Sistema de Localização, não precisando de intervenção do administrador.

4.3.2 Instalando o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados

Como o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados foi desenvolvido como página para Internet, deve-se instalar um servidor web para interpretar as páginas do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados. Como foi desenvolvido em PHP é necessário instalar um interpretador de PHP junto com o servidor WEB.

O servidor WEB utilizado foi o APACHE, que pode ser obtido em <http://www.apache.org> e o interpretador de PHP pode ser obtido no site oficial do PHP, que é <http://www.php.net>. Para instalar o Apache e o PHP no sistema operacional Linux, basta executar o script abaixo.

Script de instalação do Servidor WEB APACHE e o PHP:

```
#!/bin/bash
# === -----
# Verifica se o usuário tem permissão para instalar o Apache
# === -----
if [[ $USER != "0" ]]
then
echo " Este script deve ser executado através do usuário root"
exit
fi
# === -----
# Download de Arquivos necessários para a instalação
# === -----
wget http://apache.usp.br/httpd/apache_1.3.29.tar.gz
wget http://br.php.net/distributions/php-4.3.6.tar.bz2
# === -----
# Desempacotando arquivos
# === -----
tar -xvzf apache_1.3.29.tar.gz
bunzip2 php-4.3.6.tar.bz2
tar -xvf php-4.3.6.tar
# === -----
# Pré compilando o Apache
# === -----
cd apache_1.3.29
./configure
# === -----
# Compilando o PHP com suporte ao Apache
# === -----
cd ../php-4.3.6
./configure --with-apache=../apache_1.3.29 --with-mysql
make & make install
```

```
cp php.ini-dist /usr/local/lib/php.ini
cd ..
# === -----
# Compilando e instalando o Apache
# === -----
cd ../apache_1.3.29 --activate-module=src/modules/php4/libphp4.a,\
--with-layout=RedHat,--enable-module=ssl
make
make certificate
make install
```

Ajustes dos arquivos de configuração:

Para que seja possível executar o PHP deve-se executar as seguintes alterações:
/etc/httpd/httpd.conf - Apache : Para que o Apache, funcione perfeitamente, altere as seguintes linhas do arquivo httpd.conf :

```
# === -----
# Acessando scripts em php
# === -----
AddType application/x-httpd-php .php
AddType application/x-httpd-php-source .phps
# === -----
# Definindo o index.php como a página de inicio
# === -----
DirectoryIndex index.php index.htm index.html
```

Instalando e acessando o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados

Para instalar o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados, basta criar uma nova pasta no diretório /var/www/htdocs e colocar os arquivos .php do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados dentro desta pasta criada.

Para acessar o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados, basta de qualquer

browser de um computador ligado na rede, acessar o endereço: <nome do computador na qual foi instalado o APACHE>/<nome da pasta criada com os arquivos .php>/ Por exemplo, caso o APACHE esteja instalado na máquina "casa", na pasta "aplic_grafico", basta de qualquer browser acessar o endereço http://casa/aplic_grafico/.

Se a instalação estiver correta, a página de login do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados deve aparecer no browser.

Caso o servidor web tenha um domínio na Internet, basta acessar que qualquer computador conectado na Internet a pasta de instalação do Aplicativo de Gerência do Banco de Dados.



Figura 4.18: Tela de inserção de novo relacionamento de um Sniffer

Capítulo 5

Aplicativo Gráfico

Este Capítulo tem por finalidade apresentar o processo de desenvolvimento, instalação e utilização do Aplicativo Gráfico, que é o foco principal deste Trabalho.

5.1 Objetivo

O objetivo do Aplicativo Gráfico é melhorar a interpretação dos dados obtidos pelo Sistema de Localização, para que um administrador da rede possa identificar mais facilmente onde estão os dispositivos de rede sem fio conectados a rede.

5.2 Desenvolvimento

A parte principal do Aplicativo Gráfico foi desenvolvida em JAVA [12, 13, 14], mais especificamente como um APPLETT. Foi escolhida esta tecnologia, pois como o Aplicativo de Gerência do Banco de Dados, um administrador da rede poderia ter acesso ao Aplicativo Gráfico de qualquer computador ligado à rede. Como um APPLETT é executado em um *browser*, foi necessário desenvolver uma página de Internet para que o mesmo possa executar. Esta página foi desenvolvida com a linguagem de script PHP, a fim de promover flexibilidade para recuperação de informações sobre o Servidor de Localização, os *Sniffers*, os APs e os dispositivos de

rede sem fio presentes no local monitorado.

O APPLETT é responsável pela apresentação do mapa do local, cadastrado na tabela LocalMonitored (Capítulo 4). Além deste mapa, o APPLETT apresenta no mapa as posições dos *Sniffers* e dos APs cadastrados no Banco de Dados. Os dispositivos de rede sem fio localizados pelo Sistema de Localização também são apresentados no mapa.

As seguintes representações são inseridas no mapa:

1. Nas posições correspondentes aos *sniffers* cadastrados no Banco de Dados, é inserido um quadrado vermelho no mapa;
2. Nas posições correspondentes aos APs cadastrados no Banco de Dados, um triângulo azul é inserido no mapa;
3. Os dispositivos localizados pelo Sistema de Localização são apresentados como um círculo verde sobre o mapa.

Os dispositivos de rede sem fio localizados pela última vez a mais de 10 minutos não são mais apresentados no mapa. Esta regra visa a não poluição visual no mapa.

O APPLETT, executa um *refresh*, ou seja, uma atualização da tela a cada 5 segundos, para atualizar a representação das novas posições dos dispositivos encontrados. A Figura 5.1 apresenta a execução do APPLETT.

A página PHP não contém apenas o APPLETT. Após este, são apresentadas informações sobre o Servidor de Localização tais como o endereço MAC dele, seu IP e a porta que ele "escuta". Há ainda informações sobre os *Sniffers* tais como, endereço MAC, nome, IP, Posição X e Posição Y, sobre os APs tais como, endereço MAC, nome, IP, Posição X e Posição Y.

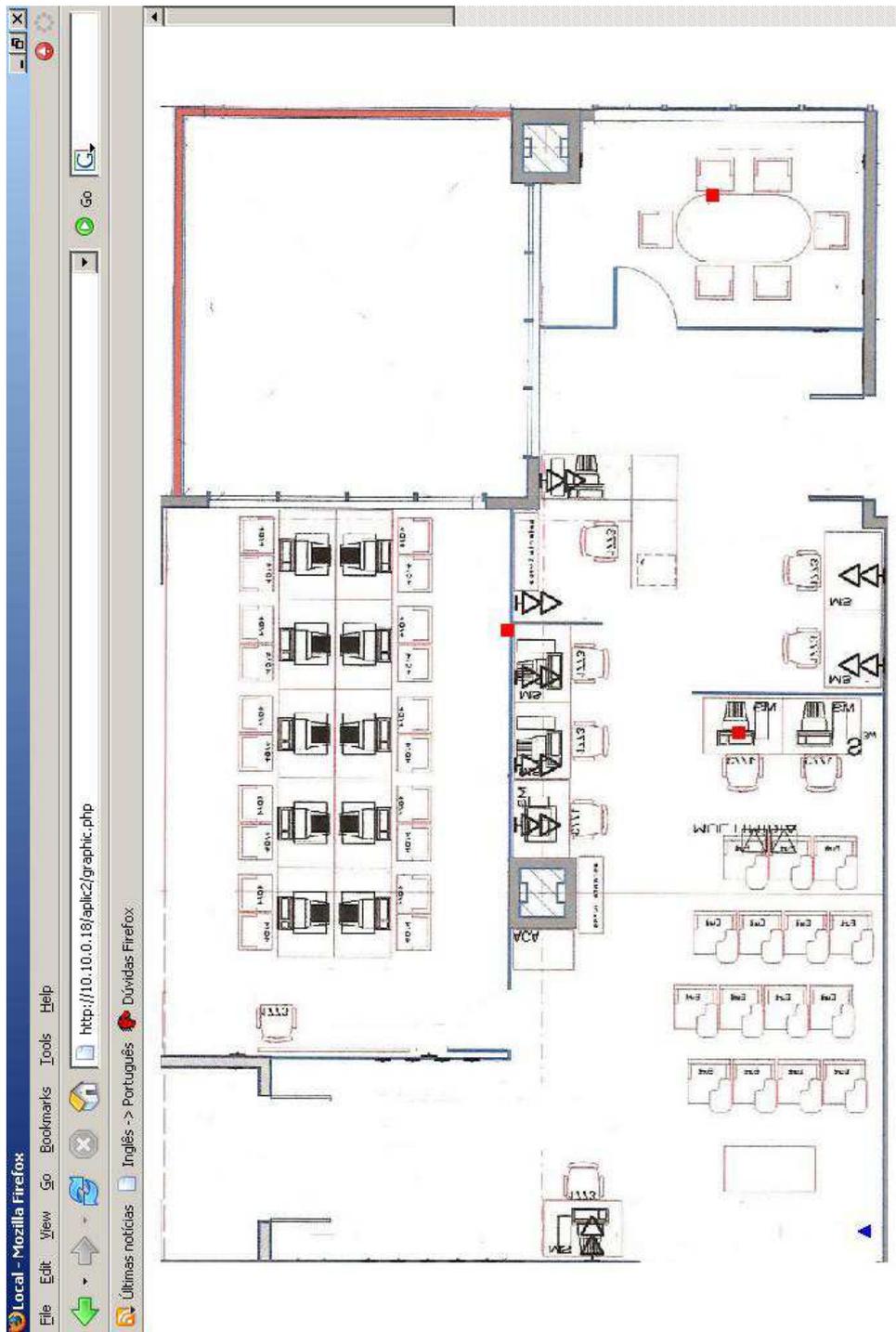


Figura 5.1: Apenas o APPLET executando

As informações dos dispositivos de rede sem fio presentes no mapa também são apresentadas na página PHP ao lado das informações anteriores. As informações dos dispositivos são: o endereço MAC, o último momento que foi estimada sua posição e as coordenadas X e Y do mesmo.

Estas informações não são atualizadas automaticamente. Como elas são apresentadas em uma página PHP, para atualizar essas informações precisa-se atualizar toda a página. Esta atualização poderia ser automática, de tempos em tempos, como o APPLET. Esta possibilidade foi descartada, pois o administrador pode estar acompanhando a movimentação de um dispositivo enquanto ocorre a atualização e, em virtude desta atualização, o administrador pode perder a trajetória do dispositivo que estava acompanhando. Para a realização da atualização das informações constantes na página PHP, existe um botão chamado RELOAD que atualiza as informações da página PHP. Esta atualização pode ser feita no momento que o administrador desejar, bastando clicar no botão RELOAD. A Figura 5.2 mostra a apresentação da página PHP.

Se houver necessidade de visualização das informações de um dispositivo sobre o mapa, basta o administrador clicar com o mouse sobre o círculo verde correspondente ao dispositivo que ele deseja obter as informações. Uma nova janela se abrirá, apresentando as informações do dispositivo escolhido. A Figura 5.3 ilustra a janela com as informações de um dispositivo.

5.3 Instalação

No Capítulo anterior, apresentamos como se instala e configura o servidor web APACHE e o interpretador de scripts PHP. Utilizaremos esta instalação e configuração para instalar o Aplicativo Gráfico.

Para a instalação do Aplicativo Gráfico basta criar uma pasta no diretório `/var/www/htdocs`, na máquina na qual foi instalado o servidor web APACHE e o interpretador de scripts PHP.

Para o aplicativo funcionar corretamente, a seguinte estrutura de diretórios dentro da pasta criada deverá ser obedecida:

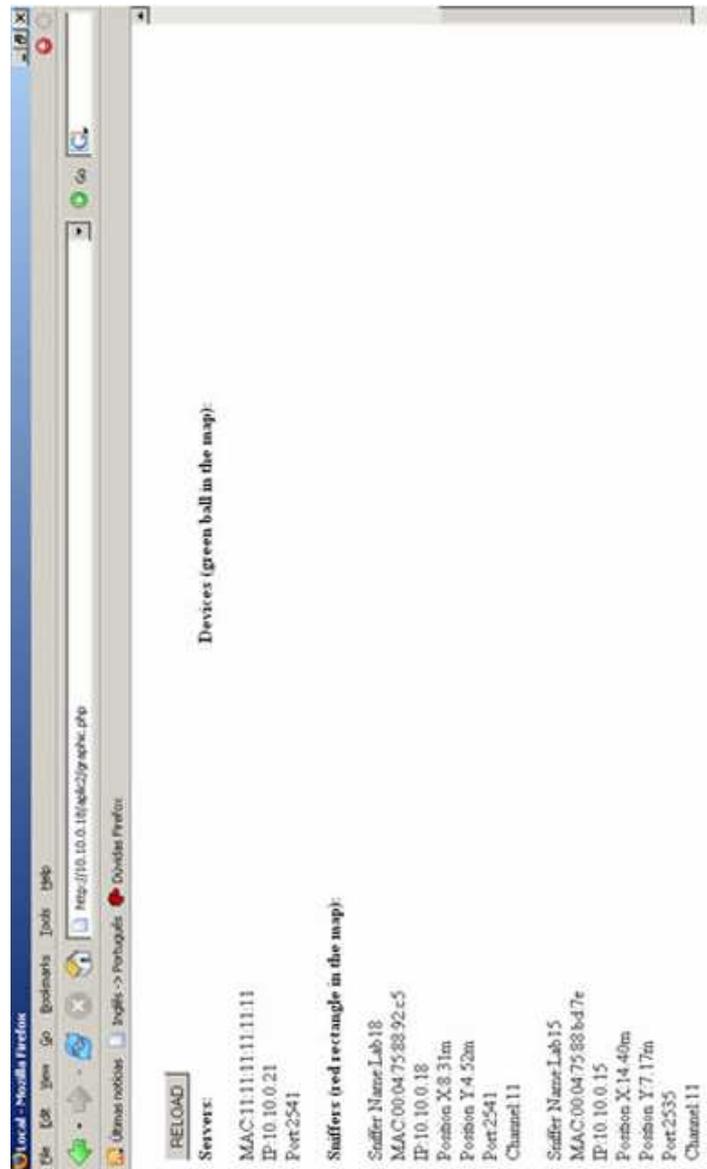


Figura 5.2: Apresentação das informações exibidas na página PHP

1. Na raiz da pasta criada, deve conter os arquivos `.php`, que são os scripts PHP para acesso ao APPLET
2. Uma pasta chamada **includes**, onde deve existir o arquivo **conecta_inc.php**, que é o arquivo de conexões ao Banco de Dados usado pelo PHP
3. Uma pasta **main**, que conterá o "bitecode"(vide Glossário para definição) do código principal do Aplicativo Gráfico que é o arquivo **Aplicativo_Grafico.class**. Dentro desta pasta, deve-se criar uma nova pasta



Figura 5.3: Janela com informações de um dispositivo de rede sem fio

chamada **midia**, que é a pasta onde ficarão armazenadas as figuras utilizadas pelo Aplicativo Gráfico

4. Uma pasta **Classes**, onde deverão estar os arquivos "bitecodes" de classes do Aplicativo Gráfico
5. E por último, uma pasta chamada **DB**, onde ficarão os "bitecodes" de conexão o Banco de Dados usados pelo JAVA.

Para a conexão com o Banco de Dados, o JAVA usa o JAVA DATABASE CONNECTIVITY (JDBC), que é uma API JAVA para conexão com o Banco de Dados. Para cada tipo de Banco de Dados existe uma API JAVA diferente. Para o Aplicativo Gráfico, deve-se fazer o download do arquivo JDBC (.jar) correspondente ao Banco de Dados MySQL em <http://www.java.sun.com>.

Após fazer o download, deve-se descompactar o arquivo, com o winzip, winrar ou qualquer descompactador do Windows ou do Linux e copiar os arquivos descompactados, em suas respectivas pastas, para a pasta criada em `/var/www/htdocs`.

Finalizado este processo, o Aplicativo Gráfico estará instalado. Antes de iniciar o uso do Aplicativo Gráfico, deve-se verificar se existe uma JAVA VIRTUAL MACHINE (JVM - Máquina Virtual Java) instalada na máquina cliente. A JVC é responsável por interpretar os "bitecodes" JAVA na máquina cliente.

Caso a máquina cliente não possua a JVM instalada, basta fazer o download da JVM no site <http://www.java.sun.com>, observando a JVM correspondente ao Sistema Operacional da máquina cliente.

Finalizada a instalação da JVM, o Aplicativo Gráfico está pronto para executar em qualquer *browser* de uma máquina conectada à rede, desde que esta máquina

possua a JVM instalada.

5.4 Utilização

Como informado no item anterior, o Aplicativo Gráfico foi desenvolvido como página web portanto, para iniciar o Aplicativo Gráfico, esta página deverá ser carregada por um *browser*. Na barra de endereços do *browser*, deve-se digitar no endereço IP ou o nome da máquina onde foi instalado o Servidor Web. Então digita-se / (barra) e depois o nome da pasta criada no diretório /var/www/htdocs. Por exemplo, se o nome da máquina que foi instalado o Servidor Web for turing e o seu endereço IP for 10.10.10.9 e o nome da pasta criada em /var/www/htdocs, dentro de turing, for grafico, deve-se digitar na barra de endereços do *browser* o seguinte endereço: <http://turing/grafico> ou 10.10.10.9/grafico.

Caso o Aplicativo Gráfico esteja instalado corretamente, *browser* abrirá uma página web como ilustrado na Figura 5.4.

Nesta página inicial, o administrador deve escolher, entre os locais cadastrados no Banco de Dados, o local que ele deseja monitorar.

Após escolher o local, uma nova página será exibida. Esta é a página principal do Aplicativo Gráfico. Nela aparecerá o APPLET com o mapa do local cadastrado no Banco de Dados e após o APPLET, as informações sobre o Servidor de Localização, os *Sniffers* e os APs.

Este mapa irá preencher toda a tela para melhor visualização do administrador. Em seguida, os locais onde existem *sniffers* e *Access Points* serão apresentados no mapa, com seus respectivos ícones (Quadrado vermelho para os *sniffers* e triângulo azul para AP).

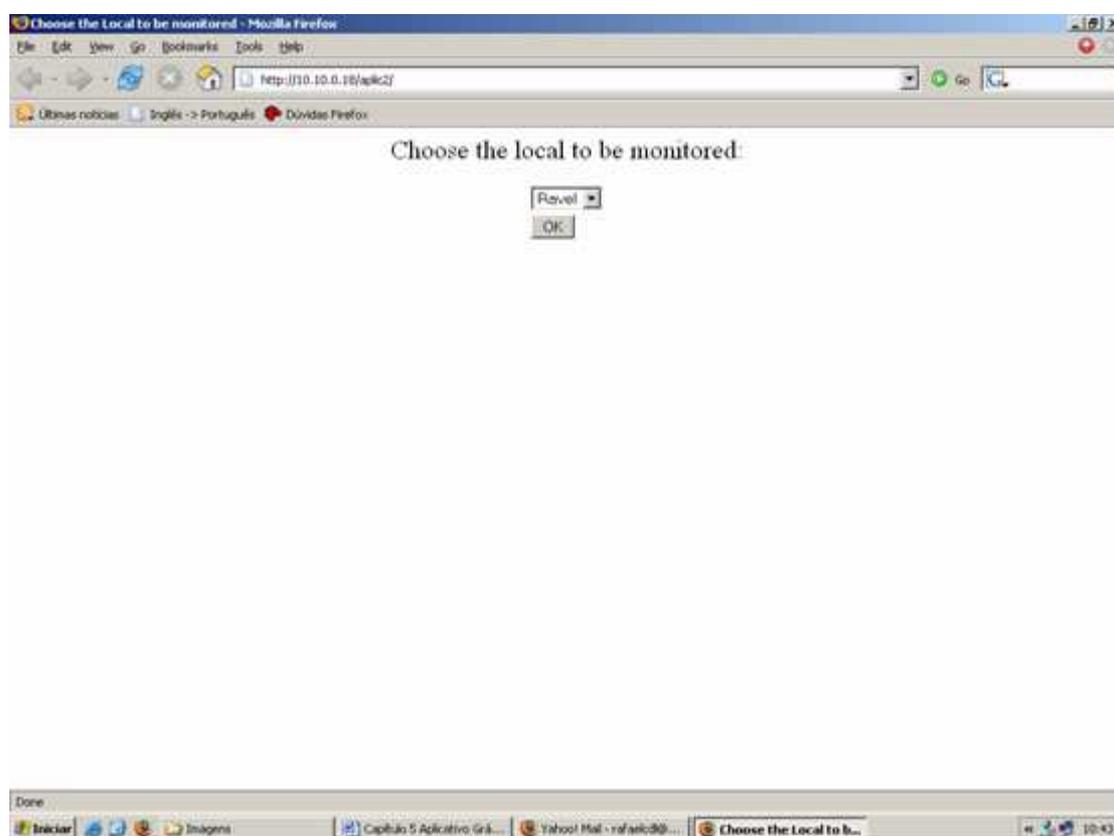


Figura 5.4: Página inicial do Aplicativo Gráfico

Capítulo 6

Conclusões

Este Capítulo encerra o trabalho apresentando os problemas encontrados e suas soluções no desenvolvimento deste trabalho, os resultados obtidos e as sugestões de trabalhos futuros.

6.1 Problemas e soluções encontradas no desenvolvimento do trabalho

Esta seção apresentará os problemas que houveram na elaboração deste trabalho. Depois da exposição de cada problema, a solução adotada para o problema exposto será informada. Os problemas estão listados abaixo:

1. A linguagem de programação C++, que foi a linguagem utilizada para desenvolver o Sistema de Localização, não possui suporte à conexão com o Banco de Dados MySQL.

Solução: Foi utilizada uma API para C++ chamada `mysql++` [15]. Essa API possui as funcionalidades necessárias para conexão e consultas ao Banco de Dados através de um código C++.

2. A API JAVA utilizada no Aplicativo Gráfico, não conseguia fechar a conexão com o Banco de Dados antes de uma nova requisição de conexão ao Banco de

6.1 Problemas e soluções encontradas no desenvolvimento do trabalho

Dados. Com o tempo, acabava o número de conexões simultâneas possíveis e o Aplicativo Gráfico parava de funcionar porque não tinha acesso ao Banco de Dados.

Solução: Utilização do Design Pattern Singleton [16], que é uma API utilizada para persistir uma instância de uma classe JAVA. Com este Pattern, foi desenvolvido um código que persistisse a classe de conexão do Banco de Dados. Então, ao invés de abrir uma nova conexão a cada acesso ao Banco de Dados, verifica-se se já existe uma instância da classe de conexão ao Banco de Dados aberta. Se já existir, utiliza-se esta instância, caso não exista, abre-se uma nova conexão ao Banco de Dados.

3. O Sistema de Localização após estimar a localização de um dispositivo armazena a informação na tabela History. Esta tabela tem seu conteúdo incrementado a cada inserção do Sistema de Localização. Após algum tempo, a quantidade de registros nesta tabela se torna muito grande e o Aplicativo Gráfico não consegue exibir todos os dispositivos encontrados antes da atualização da tela.

Solução: Criou-se um índice na tabela History para que a consulta se torne mais rápida. Num primeiro momento esta solução foi perfeita, mas a medida que o Sistema de Localização insere mais registros, o índice criado se torna inútil, pois o MySQL não insere os novos registros no índice. Para solucionar este segundo problema, utilizou-se um recurso do MySQL, que é realizar uma análise (analyze) da tabela cada vez que o Aplicativo Gráfico faz a busca dos Dispositivos na tabela History. Esta análise atualiza todos os índices da tabela History, fazendo com que a busca retorne rapidamente os registros do Banco de Dados.

4. O Aplicativo Gráfico não funcionou em alguns browsers depois de desenvolvido. Ele apenas funcionou no browser Mozilla Firefox executando no Windows.

Solução: Depois de uma investigação, constatou-se que este problema ocorria porque o Layout Java usado no Aplicativo Gráfico não era carregado nos browsers corretamente. A solução foi usar um novo Layout Java que era cor-

retamente executado pelos Browsers.

6.2 Conclusões

O principal objetivo do trabalho foi alcançado, o qual era desenvolver um software gráfico para melhor interpretação dos dados do Sistema de Localização e um meio para transferir os dados de Sistema de Localização para o Aplicativo Gráfico.

O principal ganho neste trabalho foi o estudo e entendimento de como funcionam as rede sem fio, através do protocolo 802.11, do funcionamento de um sniffer e os demais componentes de uma rede sem fio.

Além disso houve o aprimoramento técnico, na especificação e desenvolvimento de um Banco de Dados e de um aplicativo gráfico em JAVA. Este aplicativo também servirá para geração e aperfeiçoamento Sistema de Localização, que continua em desenvolvimento, através da interpretação dos resultados apresentados pelo Aplicativo Gráfico.

6.3 Trabalhos Futuros

Como o Sistema de Localização ainda não foi finalizado, algumas implementações possíveis poderiam ser inseridas no futuro.

Sugerimos a utilização do histórico de informações gravadas na tabela History para o desenvolvimento de um módulo que apresente a trajetória de um dispositivo entre dois momentos determinados pelo administrador.

Outra sugestão é melhorar das informações recebidas do Sistema de Localização. Um novo módulo de tratamento das posições estimadas poderia ser implementado. Um exemplo de um módulo seria fazer uma média das últimas 10 estimativas de posição de um dispositivo de rede sem fio e informar que o dispositivo estaria na média destas 10 amostras.

Atualmente o Sistema de Localização funciona para ambientes one-floor, ou seja que só tenha 1 andar. Caso, no futuro, haja uma alteração neste software para funcionar em multi-floor, seria interessante que o Aplicativo Gráfico também fosse alterado para multi-floor.

Apêndice A

Método de Calcular a Média e o Desvio Padrão

Média:

Segundo [17], a média (μ) é o valor médio de todas as observações da série de dados. A média pode ser calculada como:

$$Media = \mu_x = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}, \text{ onde} \quad (\text{A.1})$$

X_i representa a i -ésima observação e n representa a soma de todas as observações. Para exemplificar, imagine que um sniffer tenha armazenado os seguintes níveis de sinal em sua estrutura de dados: -23, -12, 0, -9, -23, 8. Então a média desses sinais seria:

$$Media = \mu_x = \frac{(-23 + -12 + 0 + -9 + -23 + 8)}{6} = -9,8 \quad (\text{A.2})$$

Desvio Padrão:

Ainda segundo [17], o desvio padrão (σ) é o quadrado da variância (σ^2) que é uma medida do espalhamento da distribuição ao redor da média, e é calculada primeiro pela soma dos desvios quadrados da média, e dividindo-a pelo número de observações (se os dados representam a população toda) ou por este número, reduzido por um

(se os dados representam uma amostra). A variância então pode ser calculada como:

$$\text{Variância} = \sigma_x^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2, \text{ onde} \quad (\text{A.3})$$

X_i representa a i -ésima observação, n representa a soma de todas as observações e μ representa a média dessas observações.

No exemplo acima o desvio padrão seria calculado como:

$$\begin{aligned} \text{Variância} = \sigma_x = & (((-23) - (-9, 8)) + ((-12) - (-9, 8)) + \\ & ((0) - (-9, 8)) + ((-9) - (-9, 8)) + \\ & ((-23) - (-9, 8)) + (8 - (-9, 8)))^2 = 0,04 \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

Então o desvio padrão seria $\sigma_x = 0,2$

Apêndice B

Glossário

Banco de Dados - Representa o arquivo físico de dados, armazenado em dispositivos periféricos, onde estão armazenados os dados de diversos sistemas, para consulta e atualização pelo usuário.

Base de Dados - Idem a Banco de Dados.

Basic Service Set (BSS) - Área de cobertura de um AP.

Bitecode Java - É o resultado da compilação de um código JAVA. Este bitecode só pode ser executado por uma máquina virtual.

Browser - Aplicativo utilizado para acessar a Internet.

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc - Instituto responsável por padrões e estudos na área de engenharia elétrica e eletrônica.

LAN (*Local Area Network*) - Rede local ou LAN é a sigla que representa uma rede física de computadores interligados. Por exemplo, uma rede de escritório com alguns computadores e um servidor pode ser considerada uma LAN. O principal aspecto que define uma LAN é o seu tamanho/cobertura limitado (geralmente limitado a um prédio, residência ou empresa).

MAC (*Medium Access Control*) Código que identifica unicamente cada placa de rede existente no mundo.

OSI - Padrão de camadas de rede.

PDA - Termo criado em 1993, por John Sculley, ex-presidente de Apple Computer, para referir-se a pequenos aparelhos de mão com funcionalidades de computador. Na época, a empresa lançava o primeiro PDA da história: o Newton Knowledge Navigator.

Sistema Operacional - Sistema Operacional é um conjunto de algoritmos que escondem detalhes do hardware e proporcionam um ambiente de trabalho mais agradável.

Sniffer - São programas de rede normalmente utilizados para coleta e análise de pacotes de redes, sem que seu emissor ou receptor tenham consciência desta ação.

Tupla - Linha da tabela do Banco de Dados. Idem á registro do Banco de Dados.

WLAN (*Wireless Area Network*) - De forma parecida com uma LAN, a WLAN interliga computadores ou dispositivos em uma determinada área fechada, só que utilizando sinal de rádio no lugar dos cabos de rede ethernet.

Bibliografia

- [1] S. Levy, “Next frontiers,” Junho 2004.
- [2] I. Interlink Networks, “A practical approach to identifying and tracking unauthorized 802.11 cards and access points,” 2002. [Online]. Available: www.interlinknetworks.com/graphics/news/wireless_detection_and_tracking.pdf
- [3] P. Bahl and V. N. Padmanabhan, “RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system,” in *INFOCOM (2)*, 2000, pp. 775–784. [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/bahl00radar.html
- [4] M. Brunato and C. K. Kalló, “Transparent location fingerprinting for wireless services,” 2002. [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/brunato02transparent.html
- [5] M. Youssef, A. Agrawala, and U. Shankar, “Wlan location determination via clustering and probability distributions,” March 2003. [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/youssef03wlan.html
- [6] “Ieee computer society 802.11 working group for wireless lan.” [Online]. Available: http://grouper.ieee.org/groups/802/11/1st_page.html
- [7] T. I. em Telecomunicações, “Redes lan/man wireless ii: Protocolo 802.11.” [Online]. Available: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrwlanman2/pagina_4.asp
- [8] A. J. S. Silva, “As tecnologias de redes wireless.” [Online]. Available: <http://www.rnp.br/newsgen/9805/wireless.html>

-
- [9] “Global positioning system.” [Online]. Available: <http://equipe.nce.ufrj.br/seixas/Aula05-GPS.ppt>
- [10] P. Prasithsangaree, P. Krishnamurthy, and P. Chrysanthis, “On indoor position location with wireless lans,” 2001. [Online]. Available: cite-seer.ist.psu.edu/prasithsangaree01indoor.html
- [11] “Cartilha de segurança para internet - glossário.” [Online]. Available: <http://www.abranet.org.br/home/cartilha/glossario/#s>
- [12] P. D. Harvey M. Deitel, *JAVA Como Programar*. Bookman, 2000.
- [13] R. C. Laura Lemay, *Aprenda em 21 dias Java2*. SAMS, 1999.
- [14] L. V. David Brackeen, Bret Barker, *Developing Games in Java*. New Rides, 2003.
- [15] “Mysql++.” [Online]. Available: <http://tangentsoft.net/mysql++/>
- [16] “Implementando design patterns com java.” [Online]. Available: <http://www.guj.com.br/java.tutorial.artigo.137.4.guj>
- [17] W. O. B. P. A. Moretin, *Estatística Básica*. Saraiva, 2003.