

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

SAUL DOS SANTOS RAPOSO NETO

BANCO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE VEÍCULOS

São Luís

2015

SAUL DOS SANTOS RAPOSO NETO

BANCO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Monografia apresentada ao Curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Areolino de Almeida Neto

São Luís

2015

Raposo Neto, Saul dos Santos.

Banco de dados para localização de veículos / Saul dos Santos Raposo Neto. – São Luís, 2015.

69 f.

Impresso por computador (Fotocópia).

Orientador: Areolino de Almeida Neto.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Maranhão, Curso de Ciência da Computação, 2015.

CDU 004.4

SAUL DOS SANTOS RAPOSO NETO

BANCO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Monografia apresentada ao Curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em: 05/03/2015.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Areolino de Almeida Neto (Orientador)
Doutor em Engenharia Aeronáutica e Mecânica
Universidade Federal do Maranhão



Prof. Marcos Tadeu Rezende de Araújo (Coorientador)
Mestre em Engenharia Elétrica
Universidade Federal do Maranhão



Prof. Carlos Eduardo Portela Serra de Castro
Universidade Federal do Maranhão
Mestre em Informática



Prof. Maria Auxiliadora Freire
Universidade Federal do Maranhão
Mestre em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria Aparecida Barros de Sousa, por todo amor, dedicação e apoio em todos esses anos da minha vida e que foram fundamentais nas minhas conquistas.

Ao meu pai, Saul Cutrim Raposo, por todo apoio dado a mim na minha vida e pelo exemplo de inteligência.

À minha avó, Edilde Ursulina Cutrim Raposo, por ter sido o grande amor da minha vida e desejar tanto esse momento.

Ao meu avô, Saul dos Santos Raposo, por todo o cuidado a mim e palavras de incentivo que me ajudaram a seguir em frente.

À minha irmã, Marcela Coelho Raposo Sousa, por sempre estar presente para me acolher nas minhas dificuldades.

À minha namorada e amiga, Myrlla Maciel de Melo, por ter acrescentado tanta coisa boa em minha vida, pela grande ajuda nessa caminhada e me ensinar a não desistir.

Ao meu orientador, Areolino de Almeida Neto, por todo ensinamento, paciência e ajuda indispensáveis nessa jornada.

Ao meu professor, Marcos Tadeu Rezende de Araújo, por todo apoio e ensinamentos repassados a mim e que foram de extrema importância.

Ao meu coordenador de curso, Carlos Eduardo Portela Serra de Castro, por toda a ajuda e compreensão em momentos complicados do curso.

Ao meu amigo, Filipe Hiluy Lima, pela ajuda, prontidão e amizade nos momentos em que precisei.

À minha professora, Maria Auxiliadora Freire, pelos ensinamentos e boa vontade prestados ao longo do curso.

E a todos que ajudaram e torceram por mim nesses anos de graduação.

RESUMO

O sistema viário é um alvo constante de críticas, principalmente ao se tratar especificamente do transporte público. Este serviço tem demonstrado diversas deficiências em seu funcionamento. Uma delas se destaca como sendo unanimidade entre as pessoas que utilizam o transporte público: o tempo de espera pelo ônibus desejado. Para colaborar a resolver este problema, foi proposta neste trabalho uma infraestrutura computacional que possa ser utilizada para armazenar dados de localização de veículos, especificamente veículos de transporte público. Esta infraestrutura deve guardar informações sobre as linhas de ônibus e as paradas pelas quais os ônibus irão passar, bem como outras informações diversas. Com o agrupamento dessas informações, deve-se ter uma base de dados que possa armazenar a localização de determinado ônibus de uma linha em relação a determinada parada. Esta base de dados será desenvolvida utilizando-se o SGBD MySQL. Além disso, deve-se implementar um sistema de consulta a esses dados para cada busca específica de um transporte. Após serem consultados, os dados devem ser apresentados ao usuário de uma forma de fácil entendimento. Este serviço deve ser disponível para todos através da internet, que hoje é o mais eficiente meio de interação homem-máquina para informações que devem ser amplamente difundidas. Portanto o presente estudo visa implementar uma solução de baixa complexidade e alta eficiência para a resolução do problema de localização de veículos do transporte público.

Palavras-chave: Transporte público, banco de dados, localização, sistemas *web*.

ABSTRACT

The road system is a constant target of criticism, especially when dealing specifically with public transportation. This service has shown several deficiencies in its functioning. One of them stands out as being unanimous among people who use public transport: the waiting time for the desired bus. To solve this problem, we propose in this paper a computational infrastructure that can be used to store location data of vehicles, especially public transport vehicles. This infrastructure should store information about bus routes and stops by which the bus will pass, and other miscellaneous information. By grouping these information, you should have a database that can store the location of a particular bus line for a given stop. This database will be developed using the MySQL DBMS. Moreover, one must implement some form of query these data for each specific search. After be consulted, they should be presented to the user in a way easy to understand. This service should be available to everyone via the Internet, which today is the most efficient means of human-computer interaction for information to be widely disseminated. Therefore, this study aims to implement a solution with low complexity and high efficiency to solve the problem of public transport vehicles location.

Keywords: Public transport, database, location, web systems.

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÃO

Figura 2.1 - Triangulação de sinais.....	21
Figura 3.1 - Diagrama Entidade Relacionamento.....	34
Figura 3.2 - Diagrama Lógico	35
Figura 4.1 - Consulta na tela principal da interface web.....	44
Figura 4.2 - Nenhum Resultado Obtido	45
Figura 4.3 - Veículo encontrado no Outeiro da Cruz	46
Figura 4.4 - Chegada do veículo ao Filipinho	46
Figura 4.5 - Chegada ao destino	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
MVC	Model-view-controller
GSM	Global System for Mobile Communications
GPRS	General Packet Radio Services
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GLONASS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
DER	Diagrama Entidade-Relacionamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.2	MOTIVAÇÃO	13
1.3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
2	ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO	17
2.1	LOCALIZAÇÃO.....	18
2.1.1	CONCEITO.....	18
2.1.2	FORMAS DE LOCALIZAÇÃO	19
2.2	BANCO DE DADOS	22
2.2.1	CONCEITO.....	22
2.2.2	VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS ARQUIVOS.....	22
2.3	SGBD	24
2.3.1	CONCEITO GERAL.....	24
2.3.2	CARACTERÍSTICAS	25
2.3.3	MYSQL	26
2.3.4	CARACTERÍSTICAS do MySQL:	27
2.4	INTERFACE HOMEM-MÁQUINA.....	27
2.4.1	DESKTOP.....	27
2.4.2	WEB	28
2.4.3	NAVEGADORES	29
2.4.4	SERVIDORES WEB.....	29
2.4.5	PROTOCOLO HTTP	29
2.4.6	LÍNGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO.....	30
3	BASE DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE VEÍCULOS	31
3.1	MODELAGEM DE DADOS DO PROBLEMA	31
3.1.1	ENTIDADES	31
3.1.2	RELACIONAMENTOS.....	32
3.1.3	DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAMENTO	33
3.2	IMPLEMENTAÇÃO.....	34
3.2.1	DIAGRAMA LÓGICO.....	35
3.2.2	TABELAS.....	35

3.3	RESTRIÇÕES	39
3.4	USUÁRIOS DO BANCO DE DADOS	39
3.4.1	SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO	39
3.4.2	INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR.....	40
4	SIMULAÇÃO	42
4.1	PROJETO DA SIMULAÇÃO	42
4.2	REALIZAÇÃO DA SIMULAÇÃO	43
4.3	RESULTADOS DA SIMULAÇÃO	43
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano das grandes metrópoles e mesmo de cidades menores, trouxe consigo, como era de se esperar, inúmeras mudanças no dia a dia da população. Essas mudanças fazem com que a população tenha que se adaptar de forma efetiva à nova sociedade, sob pena de ficar para trás na busca por uma melhor qualidade de vida.

Uma das mudanças naturais com o crescimento urbano é a expansão territorial das cidades, concorrente com o aumento da população. Essa expansão muitas vezes ocorre de maneira desenfreada e a infraestrutura viária acaba não acompanhando todo esse crescimento. Desta forma, essas mudanças resultam em um trânsito caótico e desagradável, principalmente para aquela parcela da população que é usuária do transporte público, conforme pode ser visto em reportagem de Sousa (Michel, 2013) realizada com usuários do transporte público em São Luís:

Aqueles que preferem esperar por outro veículo têm que ter muita paciência e chegam a esperar horas no ponto de ônibus para chegar ao trabalho e/ou voltar para casa. O vendedor Robert Castelo, 39 anos, morador do Cohatrac, sabe bem como é isso. Todos os dias ele acorda às 5h da manhã e precisa estar na parada às 6h para não pegar engarrafamento ou ônibus lotados. Se perder pelo menos meia hora de sua rotina é difícil evitar o atraso. “Ou acorda cedo ou chega tarde no trabalho. É complicado, mas eu não acho que o problema seja a falta de ônibus. É pior, o problema é a falta de organização do trânsito”, observou.

Juntando-se uma má estruturação das vias com um serviço de transporte público de baixa qualidade, algo frequente na maioria dos centros urbanos brasileiros, tem-se a fórmula perfeita para o pesadelo diário dos cidadãos. Este pesadelo ocorre durante o exercício de um direito fundamental, que é o direito de ir e vir, instituído pela Constituição Federal de 1988, conforme a seguir:

Art. 5, inc. LIV da Constituição Federal de 88: ninguém será privado da liberdade ou de seus bens sem o devido processo legal

Com a pequena quantidade de ônibus em relação à população e os engarrafamentos, que são constantes em determinados horários e imprevisíveis

em outros, o usuário do transporte público fica à mercê da sorte. Assim, é impraticável saber quando pegar o transporte no horário previsto pela prefeitura. Isto provoca longos tempos de espera, gerando ociosidade, risco de assalto ou outro tipo de violência e desconforto.

Não obstante a todos esses problemas, ainda existe um descontrole da empresa de transporte público em relação aos seus motoristas, que costumam desrespeitar as paradas previstas, sem a menor preocupação com as pessoas que aguardam o transporte. Isto corrobora para tornar um serviço que já é de má qualidade em algo bastante inaceitável.

Com isso, é visível que necessita-se de diversos melhoramentos no transporte público, como por exemplo: agilidade no deslocamento, maior conforto interno para os passageiros, maior segurança durante as viagens e possibilidade de acompanhamento da localização dos veículos. Esse acompanhamento deve tentar garantir uma menor espera nas paradas de ônibus por parte dos passageiros, localizando os veículos públicos por onde estão se locomovendo. Além disso, esse acompanhamento traria também benefícios às empresas e ao controle da prefeitura, para poderem saber se as rotas estão sendo cumpridas tanto em termos de itinerário, quanto com relação à duração.

1.1 OBJETIVOS

A proposta da realização desta monografia é a elaboração e implantação de um banco de dados que possa ser usado para armazenar e disponibilizar os dados de localização de veículos. Estes veículos serão preferencialmente veículos utilizados no transporte público. Como objetivos específicos, pretende-se aplicar esta base de dados em um cenário de transporte público real. Essa base de dados será responsável por armazenar e disponibilizar os dados de localização dos veículos em questão.

Para exibir o resultado destas consultas, deve-se prover uma interface amigável e de fácil entendimento. Ela deverá consultar a base de dados proposta e expor os dados de maneira simples e eficiente para o usuário final.

1.2 MOTIVAÇÃO

Analisando o cenário atual do transporte público, percebe-se claramente a estagnação em que o sistema de transporte que se encontra. Deste modo, verificou-se uma lacuna na evolução do sistema de transporte público. Esta lacuna foi a principal motivadora da realização deste trabalho. Além disso, uma solução que possa de alguma forma ajudar a população a obter uma maior qualidade de serviço também foi motivo da escolha deste tema.

Sabendo a localização do ônibus de sua linha, a população pode se programar e assim será reduzido o tempo de espera nas paradas. Com isso, além de melhorar a satisfação das pessoas, será reduzido o risco de algum tipo de violência nas paradas.

Além disso, observando-se a carência dos empresários do transporte público em conseguir controlar seus próprios veículos, foi verificada a necessidade de disponibilizar esses dados de localização para que os administradores possam controlar o percurso e o tempo de circulação dos ônibus de suas linhas, evitando erros na execução das rotas e consequentemente multas impostas pela prefeitura.

Outro fator motivador é a implementação de um banco de dados simples, mas que tenha uma estrutura adequada para o armazenamento e consulta de dados relacionados à posição de veículos. Esta estrutura poderá ser reaproveitada para dados de localização de quaisquer outros objetos móveis.

1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para este trabalho, algumas publicações foram revisadas sobre os assuntos de banco de dados e desenvolvimento web. Para os estudos introdutórios sobre os conceitos-chave de banco de dados, o livro “*Fundamentals of Database Systems*” (Shamkant B. Navathe, 2011) é uma excelente opção. Ele oferece de maneira bastante sólida os diversos conceitos sobre o vasto campo de banco de dados, sendo um importante alicerce para o aprofundamento neste assunto.

Já o livro “Sistemas de Banco de Dados” (Silberschatz, 2006), além de possuir uma excelente base teórica, também enfatiza as questões práticas sobre banco de dados. Ele busca demonstrar os conceitos teóricos junto com questões, aplicações e implementações de banco de dados.

Outra boa referência foi o livro “Projeto de Banco de Dados” (Carlos Alberto Heuser, 1998). Ele aborda o tema enfatizando bastante a parte de projetos de banco de dados, tornando-o mais próximo dos cenários reais em que os projetos necessitam ser realizados. Além disso, aborda uma técnica interessante de como extrair um projeto de banco de dados de um sistema já existente, que é a chamada engenharia reversa.

Adentrando mais sobre banco de dados, foi necessário um estudo do Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) utilizado neste trabalho. Como fonte de estudos, foram utilizados: “MySQL – Guia do Programador” (André Milani, 2007) para entendimento dos conceitos básicos até os avançados e “MySQL Aprendendo na prática” (Sérgio Luiz Tonsig, 2006) que aborda de uma maneira voltada para a prática e implementação dos conceitos apresentados.

Foi necessário também realizar estudos relacionados à programação em linguagem PHP e integração deste com o banco de dados. Para isto, foram utilizados, entre outros, o livro “PHP Programando com Orientação a Objetos” (Pablo Dall'Oglio, 2007). Este excelente livro aborda a linguagem PHP com foco no paradigma de orientação a objetos, além de ensinar na prática a criação de um *framework* MVC.

Outra boa abordagem ao PHP pode ser encontrada no livro “Desenvolvimento web com PHP e MySQL” (Evaldo Junior Bento, 2003). Este livro além de ensinar as funcionalidades do PHP, destaca sua integração com o SGBD mysql utilizando as diversas funções nativas do PHP.

Além disso, conceitos relacionados a assuntos diversos foram retirados dos endereços <http://conceito.de> e <http://www.significados.com.br/>. Estes *sites* funcionam basicamente como dicionários *online*, porém além dos termos oficiais da linguagem, possuem diversos termos de uso popular.

Com relação a parte prática, alguns projetos foram analisados para servir de base de comparação para este trabalho. O sistema de localização de

ônibus da Digicon foi um deles (<http://www.digicon.com.br/>). Este sistema opera da seguinte maneira: o passageiro envia uma mensagem de celular informando o número da parada. Após isso ele recebe de volta a informação do tempo faltante para a chegada dos próximos ônibus. Com essas informações o usuário pode enfim decidir a melhor opção para seu trajeto.

Outro sistema consultado foi o GSBUS, da empresa systemsat (<http://www.systemsat.com.br/Solucoes/GSbus/>). O GSBUS é um *software* de gestão para o transporte rodoviário de passageiros. Utiliza informações do rastreamento de veículos em tempo real para o controle, gerenciamento e segurança de sua frota. Este *software* é consultado via *web* e é voltado para o responsável pela empresa de transporte. Esta pessoa poderá obter informações sobre o rastreamento e velocidade dos veículos além relatórios logísticos e administrativos.

Entre diversos outros sistemas, pode-se citar por último o RASTRUM. Este sistema utiliza a tecnologia de comunicação GSM/GPRS para rastrear seus veículos 24 horas por dia. Outro ponto forte deste sistema é sua ferramenta de apoio ao planejamento e otimização de rotas e atividades. Esta ferramenta fornece um apoio de grande utilização no planejamento das rotas de sua frota de ônibus.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Com intuito didático, esta monografia encontra-se estruturada em cinco capítulos. No capítulo 2, apresenta-se o problema de forma mais detalhada, focando nos aspectos relacionados ao banco de dados voltado ao transporte público. Além disso, aborda-se meios de disponibilizar os dados após a captura.

No capítulo 3, apresenta-se a solução para o armazenamento das informações necessárias para a localização e a disponibilização dessas informações para a população e demais usuários.

No capítulo 4, são demonstrados os resultados obtidos mediante testes e simulações em ambiente real.

No capítulo 5, por fim, apresentam-se as considerações finais conclusivas e as sugestões de trabalhos futuros referentes a esta pesquisa.

2 ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO

O transporte público é um serviço de caráter público indispensável para qualquer nação, mesmo nos países que possuem espaço físico reduzido. É o transporte público o grande responsável por mover a maior parte da população até seu local de trabalho, ou de estudos, ou para o lazer e demais necessidades e vontades.

Nos países menos desenvolvidos, a população possuidora de um menor nível econômico depende quase que totalmente do transporte público, por não possuir condições de utilização de meios privados de locomoção de custo elevado, como veículos automotores. Já nos países mais desenvolvidos, além da população menos favorecida, ao contrário do que muita gente pensa, também pode-se observar grande parte da população rica utilizando o transporte público para seus deslocamentos urbanos.

Nesses países mais desenvolvidos, muitas pessoas optam por este tipo de transporte por ele ser de excelente qualidade. Sendo assim, têm-se por consequência uma diminuição do volume de carros, mais fluidez no trânsito, menos poluição sonora e do ar, menos estresse e maior satisfação da população.

Pode-se então notar que o serviço de transporte público influencia não somente o fato de locomover as pessoas de um lugar para o outro, mas uma diversidade de fatores relacionadas a trânsito, qualidade e vida e muitos outros elementos.

No Brasil, pouco se tem feito para melhorar a qualidade do transporte público. Um dos fatores que mais descontenta a população é o longo tempo de viagem com o transporte público. Para o usuário, o tempo da viagem começa a partir do momento em que ele sai da sua residência, contando nesse processo o tempo de espera no ponto de ônibus. Assim, a espera na parada pelo ônibus desejado constitui-se um item de baixa qualidade do transporte público. Não sabendo onde se encontra seu ônibus, resta ao povo se deslocar até a parada desejada e esperar por um tempo aleatório, que muitas vezes é longo, até que seu ônibus chegue.

Um longo tempo de espera acarreta desconforto e improdutividade (tempo inútil para o trabalho ou estudo) além de riscos à saúde mental, física e financeira como em decorrência de assaltos, acidentes de trânsito, etc.

Tendo em vista esses fatores, pode-se notar como seria bastante útil caso existisse um mecanismo disponível para a população saber onde se encontra seu ônibus. Com a possibilidade desse sistema, as pessoas poderiam se dirigir para a parada somente no horário em que o ônibus estivesse por perto, reduzindo drasticamente o tempo de espera nas paradas.

Todas essas vantagens trazem consigo um certo grau de complexidade para desenvolver esse sistema. De certo, deve-se ter alguma solução tecnológica para buscar a informação de localização dos ônibus. Porém, deve-se ter também como foco o armazenamento destas informações e posterior disponibilização para o público em geral.

Para a obtenção de uma solução como essa, é necessário um sistema para armazenar esses dados capturados de uma forma segura, confiável e periódica. Uma falha de armazenamento desses dados comprometerá a confiabilidade por parte da população nesse sistema.

Outro grande desafio é conseguir disponibilizar esses dados em um meio que possa ser acessado por toda a população, ou ao menos pela maior parte dela. Além do meio de disponibilização desses dados, ocorre também uma demanda de uma forma de fácil entendimento dessa informação, já que também tem-se como público-alvo aquelas pessoas que possuem menos instrução e com isso menor capacidade de interpretação.

Esses são os desafios que, se solucionados, proveriam como um salto de qualidade uma importante ferramenta para o transporte público e para a população usuária dele.

2.1 LOCALIZAÇÃO

2.1.1 CONCEITO

Localização “é o lugar em que algo está posicionado ou a ação e o efeito de localizar (situar, localizar ou instalar num determinado lugar ou

espaço)”(disponível em: <http://conceito.de>). O termo pode ser associado a um certo espaço geográfico. Por exemplo: “Preciso saber a localização da tua casa para efetuar a entrega da documentação”, “O supermercado fica localizado na avenida Daniel de Latouche”, “Não faço ideia da minha localização, acho que estou perdido”.

A localização normalmente depende de um ponto de referência. Para falar de um lugar bastante específico, como uma casa, um escritório ou uma empresa, por exemplo, conhece-se a localização por meio do seu endereço (endereço oficial, referencial ou geográfico). Portanto, para se encontrar a localização, é necessário ter um certo conhecimento das ruas da cidade ou um mapa da mesma. Caso contrário, não há forma de encontrar a localização. Quando não se conhece o nome das ruas, pode-se receber ajuda de referências, como um shopping, um monumento ou uma praça: “Vou passar pela avenida Colares Moreira, aquela em frente ao Tropical Shopping”. Se o objetivo é estabelecer a localização de uma cidade, de uma localidade ou de um país, o sistema de coordenadas geográficas pode ser bastante útil. Este sistema tem por base as coordenadas angulares de latitude (Norte ou Sul) e longitude (Leste ou Oeste) para determinar a posição na superfície terrestre.

2.1.2 FORMAS DE LOCALIZAÇÃO

Existem algumas maneiras possíveis de localizar um endereço. Entre as principais estão:

GPS

GPS é a sigla de “*Global Positioning System*” que significa sistema de posicionamento global, em português. GPS é um sistema de navegação por satélite, onde um aparelho móvel recebe informações temporais da transmissão dos satélites, de tal forma que é possível realizar cálculos matemáticos para localizar os satélites, e a partir desta localização localizar o próprio GPS.

O GPS foi criado em 1973 com o objetivo de facilitar os sistemas de navegação. Atualmente, existem dois tipos de sistemas de navegação por satélite: o sistema americano, cujo nome também é GPS, era inicialmente apenas de uso militar, mas hoje já permite acesso ao uso civil, e o sistema russo

chamado de GLONASS. Neste trabalho será usado o termo GPS apenas para se referenciar à tecnologia de posicionamento global e não ao sistema americano. (Disponível em: <http://www.significados.com.br/>)

O GPS, devido a sua importância, é mais utilizado na aviação em geral e na navegação marítima, porém, atualmente também pode ser utilizado por qualquer pessoa, que desejam saber sua posição em uma determinada região, com o propósito de viajar ou de locomover-se em uma cidade. O aparelho receptor de GPS, além de localizar, tem o poder de encontrar o caminho para um determinado local, saber a velocidade e direção do seu deslocamento. Atualmente, este aparelho está sendo muito utilizado em automóveis, com um sistema de mapas que facilita bastante conhecer e descobrir novos caminhos.

Existem diversos tipos de aparelhos receptores de GPS, de diversas marcas com soluções "tudo-em-um", como os externos que são ligados por cabo ou ainda por *bluetooth*, e celulares muito modernos, que possuem a tecnologia GPS em seus próprios aplicativos.

TRIÂNGULAÇÃO DE SINAIS

Uma outra forma de localizar um ponto no espaço é através de triangulação de sinais. Neste método, precisa-se dos seguintes componentes: 1 transmissor de sinais e pelo menos 3 receptores. No objeto (móvel ou estático) que se deseja localizar deve ser instalado o transmissor de sinais. Os receptores devem ser instalados em pontos fixos de localização conhecida, formando um triângulo com uma boa área de abrangência.

A localização é obtida com base na recepção dos sinais através dos receptores, assim o transmissor localizado no objeto deve emitir um sinal onidirecional para ser captado por pelo menos 3 receptores. Cada receptor, então, recebe um sinal emitido pelo transmissor que pelo nível de potência do sinal recebido pode-se calcular a que distância encontra-se o transmissor. Entretanto, um receptor não consegue saber de que direção o sinal está vindo, só consegue saber a distância. Logo, para cada receptor se sabe que o transmissor pode estar localizado em qualquer ponto de uma circunferência cujo raio é a distância até o transmissor. Desta forma são necessários 3 receptores porque o transmissor estará localizado na intersecção das 3 circunferências,

uma para cada receptor.

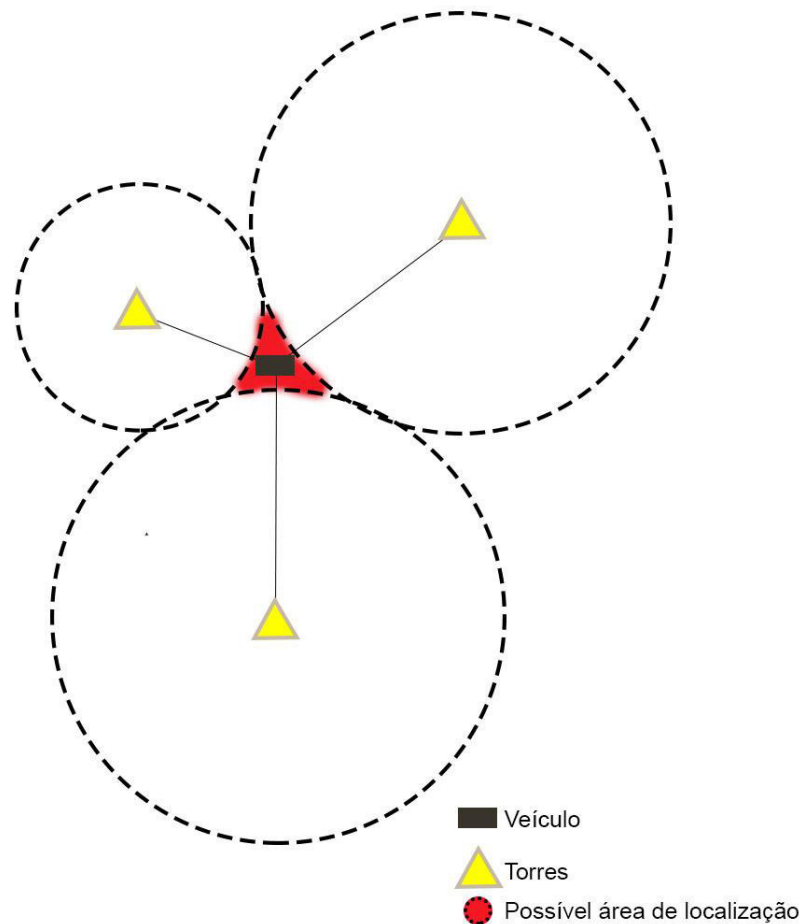


Figura 2.1 - Triangulação de sinais

Os receptores das ondas de rádio necessitam estar em uma altura elevada para que o sinal enviado pelo transmissor tenha maior chance de alcançá-los. Pode-se, então, colocá-los em alguma construção de altura elevada, por exemplo torres, prédios ou caixas d'água.

Com isso, pode-se notar que a área de cobertura deste método depende de sua potência e de sua visada em relação aos receptores.

2.2 BANCO DE DADOS

2.2.1 CONCEITO

Para se falar de banco de dados, deve-se primeiro ter claro em mente o conceito de dado. Segundo Navathe(et al.,2011), dados são fatos que podem ser gravados e que possuem um significado implícito.

Desmistificado o conceito de dado, pode-se definir um conceito genérico para banco de dados como uma coleção de dados relacionados. Tem-se diversos exemplos de bancos de dados no nosso cotidiano, tais como: uma agenda telefônica, o controle de estoque de uma empresa, a lista de pessoas cadastradas no setor de recursos humanos de alguma empresa, etc.

Estes bancos de dados podem estar armazenados nos mais diversos meios, tais como: fichas de cadastro em papel, planilhas eletrônicas, arquivos, etc. Caso os dados contidos nesses diversos meios possuam alguma relação e um significado implícito, pode-se chamá-los de banco de dados. Para este trabalho serão levados em conta somente os bancos de dados armazenados em meios eletrônicos.

Tornando o conceito menos genérico, pode-se acrescentar que o banco de dados deve representar aspectos do mundo real, possuindo lógica e coerência entre os seus dados. Além disso, provavelmente o banco de dados deve possuir pessoas interessadas em seus dados ou nas informações que se pode retirar do seu conjunto de dados.

2.2.2 VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS ARQUIVOS

Antes do uso de banco de dados como forma predominante de armazenamento, as informações eram guardadas nos tradicionais arquivos. As linguagens de programação até hoje possuem diversas funcionalidades para lidar com os arquivos. Tais funcionalidades tem como objetivo guardar, recuperar e alterar as informações contidas nesses arquivos.

Segundo Navathe(et al.,2011), os bancos de dados surgiram trazendo diversas melhorias em relação aos arquivos, tais como:

- **Dados e Meta-dados na base** - Os dados e a descrição correspondente

são armazenadas na base e gerenciadas pelo SGBD: com isso, qualquer um que acesse o banco de dados através do SGBD correspondente pode saber as informações relevantes para lidar com este banco. Diversas informações estão contidas nesses Meta-dados tais como: atributos presentes, tipo de cada um dos atributos, quais entidades estão sendo armazenadas, etc. Tal fator é uma melhora significativa em relação aos arquivos. Nestes, para se saber como estão sendo armazenados os dados, a pessoa teria que abrir o arquivo correspondente e verificar as informações contidas nele, ou analisar como o programa está salvando as informações neste arquivo, que também é uma tarefa bem menos prática do que a análise clara dos meta-dados.

- **Independência de Dados-Programas:** Modificações como inclusão de um novo campo não afetam os programas – no caso dos arquivos, um acréscimo de um atributo necessariamente determina uma mudança no programa que o utiliza. Já na abordagem utilizando banco de dados, pode-se acrescentar e até modificar alguns atributos sem que o programa precise necessariamente ser alterado.
- **Abstração de Dados:** Representação conceitual através de um modelo de dados que só usa conceitos lógicos – O banco de dados pode ser representado sem a utilização de termos profundamente técnicos. Essas representações são feitas através de representações conceituais. Existem diversas notações para representações conceituais. As mais utilizadas são os diagramas entidade-relacionamento, por exemplo o *CrowsFoot* e o IDE1FIX.
- **Múltiplas Visões:** Cada usuário pode obter diferentes perspectivas ou subconjuntos do banco de dados – Geralmente um banco de dados é utilizado por uma equipe composta por diversas pessoas. Com isso, surge a necessidade por parte do administrador do banco de dados de oferecer uma visão diferente para cada pessoa da equipe. Ou seja, cada usuário do banco de dados poderá ver somente um grupo específico dos dados e realizar alguns tipos de operações que lhe foram designadas.

2.3 SGBD

2.3.1 CONCEITO GERAL

Um SGBD, ou sistema gerenciador de banco de dados, é uma coleção de aplicativos que gerencia o acesso dos usuários ao banco de dados (Navathe, et al. 2011). Assim, o usuário pode criar e manter um banco de dados sem se apegar a detalhes físicos de como os dados estão sendo armazenados. Como consequência, a parte lógica do banco de dados passa a ser o foco no desenvolvimento.

Pode-se enxergar o SGBD como um conjunto de *softwares* capazes de definir, construir, manipular e compartilhar bancos de dados entre diversos usuários e aplicações.

Na definição, o SGBD deve especificar os tipos de dados, as estruturas e as restrições para os dados a serem armazenados no banco de dados. Na construção, ele deve armazenar os dados em algum tipo de mídia controlada por ele mesmo. Na manipulação, o SGBD deve possuir implementadas diversas funções para armazenar os dados, pesquisá-los, modificá-los, gerar algum tipo de relatório, etc. Por fim, o compartilhamento deve permitir, com segurança, que diversos usuários e *softwares* acessem simultaneamente a base de dados.

Além dessas funcionalidades básicas, os SGBD devem se preocupar com outros aspectos. Um deles é a proteção e a manutenção do banco de dados por longos períodos, prevenindo o sistema de falhas de *hardware* ou *software* que possam danificar a base de dados. Outro aspecto importante é a segurança contra acesso não autorizado. No geral, as grandes bases de dados possuem ciclos de vida muito longo. Logo, todas essas características implementadas pelo SGBD servem para manter a base de dados segura mesmo com as diversas mudanças lógicas e físicas que podem ocorrer envolvendo o banco de dados.

Não é necessário usar os softwares SGBD típicos para implementar um banco de dados computadorizado. Poderiam ser escritos um próprio conjunto de programas para criar e manter um banco de dados criando, de fato, um próprio SGBD com uma finalidade específica. Nesses casos — se for utilizado

um SGBD de propósito geral ou não —, normalmente ter-se-ia que desenvolver uma quantidade considerável de softwares complexos. Na verdade, a maioria dos SGBD é composta por sistemas muito complexos. Para completar a definição inicial serão chamados o banco de dados e o software SGBD, juntos, de sistema de banco de dados.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS

Segundo Navathe(et al.,2011),os SGBD tem sete características operacionais elementares sempre observadas:

Controle de Redundâncias: A redundância consiste no armazenamento de uma mesma informação em locais diferentes, provocando inconsistências. Em um Banco de Dados as informações só se encontram armazenadas em um único local, não existindo duplicação descontrolada dos dados. Quando existem replicações dos dados, estas são decorrentes do processo de armazenagem típica do ambiente Cliente-Servidor, totalmente sob controle do Banco de Dados.

A redundância de dados ocasiona diversos problemas. Ao se tentar realizar uma operação de inserção ou atualização, esta operação deverá ser feita em todos os lugares aos quais ocorre a redundância da informação, aumentando bastante o custo computacional.

Outro problema é em relação ao espaço gasto para armazenamento. Tendo informações repetidas armazenadas, têm-se um maior espaço gasto para mantê-las. Este problema vai agravando-se proporcionalmente à quantidade de informações armazenadas no banco de dados.

O pior dos problemas ocorre quando estes registro redundantes são alterados de forma descontrolada e se tornam inconsistentes. Isso pode ocorrer quando os registros redundantes são alterados por diferentes acessos ao SGBD. Cada acesso pode estar tentando manipular o mesmo registro. Porém caso eles estejam em armazenados em lugares diferentes, os dados atualizados em cada um dos acessos podem não ser correspondentes e assim gerar informações diferentes para o que deveria ser a mesma entidade.

Compartilhamento dos Dados: O SGBD deve incluir software de

controle de concorrência ao acesso dos dados, garantindo em qualquer tipo de situação a escrita/leitura de dados sem erros.

Controle de Acesso: O SGBD deve dispor de recursos que possibilitem selecionar a autoridade de cada usuário. Assim um usuário poderá realizar qualquer tipo de acesso, outros poderão ler alguns dados e atualizar outros e outros ainda poderão somente acessar um conjunto restrito de dados para escrita e leitura.

Interfaceamento: Um Banco de Dados deverá disponibilizar formas de acesso gráfico, em linguagem natural, em SQL ou ainda via menus de acesso, não sendo uma "caixa-preta" somente sendo passível de ser acessada por aplicações.

Esquematisação: Um Banco de Dados deverá fornecer mecanismos que possibilitem a compreensão do relacionamento existentes entre as tabelas e de sua eventual manutenção.

Controle de Integridade: Um Banco de Dados deverá impedir que aplicações ou acessos pelas interfaces possam comprometer a integridade dos dados.

Backups: O SGBD deverá apresentar facilidade para recuperar falhas de hardware e software, através da existência de arquivos de "pré-imagem" ou de outros recursos automáticos, exigindo minimamente a intervenção de pessoal técnico.

Neste trabalho, será analisado um SGBD grátis, relacional, de ampla utilização e disponível na maioria dos servidores: o MySQL.

2.3.3 MYSQL

De acordo com Milani (A., 2007) MySQL é um SGBD relacional, projetado inicialmente para trabalhar com aplicações de pequeno e médio portes, mas hoje atendendo a aplicações de grande porte e com mais vantagens do que seus concorrentes. Possui todas as características que um banco de dados de grande porte precisa, sendo reconhecido por algumas entidades como o banco de dados *open source* com maior capacidade para concorrer com programas similares de código fechado, tais como SQL Server (da Microsoft) e

Oracle.

2.3.4 CARACTERÍSTICAS DO MYSQL:

SGBD: O MySQL, além de banco de dados, contém todas as características de um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados), que é o MySQL Server. Além de armazenar os dados, a ferramenta provê todas as características de multiacesso a estes, entre outras funcionalidades de um SGBD, como, por exemplo, gerenciamento de acesso, integridade dos dados e relacional, concorrência, transações, entre outros.

Portabilidade: Desenvolvido utilizando as linguagens de programação C e C++, unido com o uso de GNU Automake, Autoconf e Libtool, torna o MySQL uma aplicação altamente portátil entre diferentes sistemas, plataformas e compiladores. Além disso, fornece sua API para várias outras linguagens, como Java, Python, PHP, Perl, C, C++, entre outras.

Multithreads: Usa programação de *threads* utilizando-as diretamente no *kernel* da plataforma. Além de aumentar significativamente a velocidade de processamento, ainda facilita a integração da ferramenta em hardwares com mais de uma CPU.

Formas de armazenamento: O MySQL disponibiliza vários tipos de tabelas para armazenamento de dados, tendo cada tipo suas próprias características. A vantagem dessa variedade de tabelas é a possibilidade de escolher o tipo em cada situação diferente. Enquanto um tipo prioriza velocidade, outro prioriza volume de dados, entre outras características.

2.4 INTERFACE HOMEM-MÁQUINA

2.4.1 DESKTOP

Uma forma de disponibilizar as informações para o usuários seria através da elaboração de uma aplicação *desktop*. Tal aplicação necessitaria de uma comunicação com a base de dados onde estão armazenadas nossas informações sobre a localização dos ônibus. Após isso, a aplicação mostraria estas informações para usuário em uma interface amigável e de fácil

compreensão.

Tal solução possui várias desvantagens. Uma delas seria o processo de instalação da aplicação. O instalador do aplicativo deveria ser disponibilizado para o usuário de alguma maneira, e ele iria instalá-lo em sua máquina. Tal procedimento pode ser um empecilho para usuários mais leigos, que são a maioria dos usuários que nosso sistema irá atingir.

Além disso, ocorreriam problemas de compatibilidade com o sistema operacional. Logo demandaria algum tempo para que fosse implementadas várias aplicações para os diversos sistemas operacionais existentes no mercado.

Esses defeitos tornam esta solução bastante ineficaz, pois é buscada alguma aplicação que esteja disponível para todos e possa ser acessada facilmente.

Esta arquitetura de sistema já existe e pode ser implementada através de um sistema *web*, no qual tem-se um servidor que distribuirá a interface (HTML) através da *web* para um programa do usuário (navegador).

2.4.2 WEB

A *World Wide Web*, mais conhecida como *web*, é basicamente uma rede de documentos que são interligados na internet. Esses documentos podem estar em diversos formatos, tais como: vídeo, som, hipertexto, imagem, etc.

Estes documentos são visualizados através de programas chamados navegadores. Estes programas capturam o documento localizado em algum servidor *web* que possui um endereço na internet e após isso tem o trabalho de disponibilizá-lo para o usuário da maneira mais legível possível.

As tradicionais páginas todos são acostumados a acessar na *web*, na verdade são documentos do tipo hipertexto, que são interpretados pelo navegador e assim se pode visualizá-las de maneira clara e legível.

O hipertexto é codificado utilizando a linguagem HTML, que é uma linguagem que utiliza marcações para expressar o conteúdo a ser apresentado nos navegadores.

Esses documentos hipertextos são constantemente requisitados para os servidores *web* pelos navegadores. Os servidores por sua vez, estão constantemente enviando estes documentos, ou outros que estejam referenciados na página, para os navegadores. Sendo assim, é clara a necessidade de existir uma forma de comunicação comum entre os servidores *web* e os navegadores para que eles possam trocar informações de maneira correta e eficaz.

2.4.3 NAVEGADORES

Um navegador, também conhecido popularmente como *browser*, é um programa capaz de receber e interpretar documentos transmitidos pela *web* através do protocolo HTTP.

Ao receber esse documento, seja em hipertexto, uma imagem, ou qualquer um dos tipos suportados, o navegador trata de exibi-los para o usuário da maneira correta.

Isso tudo ele deve fazer de uma maneira transparente ao usuário, que muitas vezes possui poucos conhecimentos de informática. Basicamente o usuário digita o endereço que deseja visualizar a página, o navegador requisita e mostra o documento ao usuário.

2.4.4 SERVIDORES WEB

Os servidores por sua vez estão mais escondidos que os navegadores. Eles se encontram em algum lugar endereçável através da internet e ficam aguardando requisições por parte dos navegadores. Assim que um navegador requisita uma página, o servidor *web* trata de buscá-la na sua estrutura de arquivo, bem como imagens e outros anexos que por ventura a página necessite.

2.4.5 PROTOCOLO HTTP

O protocolo HTTP, ou *HyperTextTransferProtocol*, é o protocolo padrão utilizado na *web* utilizado para a troca de informações entre navegadores e servidores *web*.

Com esse protocolo, o aplicativo servidor pode ser projetado

livremente, desde que a resposta enviada ao cliente siga corretamente este protocolo. Da mesma forma, os navegadores podem ser projetados de qualquer maneira, contanto que saibam requisitar e receber as informações de acordo com este protocolo.

2.4.6 LÍNGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

Existem diversas linguagens de programação direcionadas para o desenvolvimento de aplicações web. Cada uma dessas linguagens possuem vantagens e desvantagens, por isso deve-se optar por uma que atenda pontualmente as exigências da aplicação em questão.

PHP:

PHP (um acrônimo recursivo para PHP: Hypertext *Preprocessor*) é uma linguagem de script *open source* de uso geral, muito utilizada e especialmente guarnecida para o desenvolvimento de aplicações *web* embutível dentro do HTML.

Ao invés de muitos comandos para mostrar HTML (como visto em C ou Perl), páginas PHP contém HTML juntamente com códigos que fazem "alguma coisa". O código PHP é delimitado por tags iniciais e finais `<?php` e `?>` que lhe permitem pular pra dentro e pra fora do "modo PHP".

O que distingue o PHP de algo como Javascript no lado do cliente é que o código é executado no servidor, gerando HTML que é então enviado para o cliente. O cliente receberia os resultados da execução desse script, mas não saberia como é o código fonte. Você pode inclusive configurar seu servidor para processar todos os seus arquivos HTML como PHP, e então não haverá nenhum modo dos usuários descobrirem que se você usa essa linguagem ou não.

A melhor coisa em usar PHP está no fato de ele ser extremamente simples para um iniciante, mas oferece muitos recursos para o programador profissional. Não se preocupe em ler as longas listas de funções do PHP. Você pode pular essa parte e começar a escrever *scripts* em poucas horas. Apesar do desenvolvimento do PHP ser focado nos *scripts* do lado do servidor, você pode fazer muito mais com ele. (Disponível em: www.php.net).

3 BASE DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Uma série de aplicativos e uma infraestrutura são necessários para a implementação de um sistema de localização de veículos. No entanto toda essa estrutura gira em torno das informações de posicionamento do veículo. Tais informações devem estar armazenadas em uma base de dados segura, correta e o mais completa possível para atender às necessidades das ferramentas que a utilizam, assim foi decidido usar o SGBD MySql neste trabalho.

3.1 MODELAGEM DE DADOS DO PROBLEMA

O transporte público é um problema que envolve uma infinidade de aspectos e que pode ser visto sob infinitas óticas. Como pretende-se focar nos aspectos que dizem respeito à localização dos ônibus em relação às paradas, deve-se criar uma visão minimizada do transporte público. Desta forma esta nova visão deve conter somente as informações necessárias para solucionar o problema.

3.1.1 ENTIDADES

As entidades em um banco de dados correspondem a objetos do mundo real. Desses objetos são abstraídas apenas as informações relevantes para se modelar o banco de dados. Para o universo em questão, foram identificadas as seguintes entidades:

ADMINISTRADOR: Com esta entidade pode-se elaborar um controle de acesso sobre os usuários que irão manipular as informações do sistema.

EMPRESA: Entidade que contém dados referentes às empresas que utilizarão o sistema.

ÔNIBUS: Logicamente, como esta é a entidade-foco do problema, deve-se manter informações sobre os veículos que serão monitorados pelo sistema.

MODELO/MARCA: Contém informações adicionais a respeito dos ônibus.

PARADA: Armazenará dados das paradas que fazem parte das rotas dos ônibus.

LINHA: Armazenará dados das linhas percorridas pelos ônibus que fazem parte do sistema.

ROTA: Armazenará a sequência de paradas que uma determinada linha deve seguir.

MODELO: Tabela que armazenará dados dos modelos à que pertencem os ônibus do sistema de monitoramento.

CONTROLE: Tabela que armazenará todos os registros de passagem de um ônibus em determinada parada. Sua principal usabilidade seria para gerar relatórios periodicamente sobre o funcionamento do sistema. Para ter a informação sobre o tempo de persistência de um ônibus numa mesma parada nos relatórios gerados, a tabela controle poderá conter até dois registros de passagem de um mesmo ônibus numa mesma parada. Assim, se um ônibus permanecer na mesma parada e seu endereço mac for capturado novamente, um novo registro será armazenado nesta tabela, e permanecendo no mesmo local, este registro será atualizado. Assim tem-se a informação de permanência deste ônibus em determinada parada. Cabe ressaltar que esses registros serão apagados periodicamente, após os relatórios serem feitos.

LOG: Tabela com estrutura semelhante à tabela controle, porém esta armazenará apenas o registro mais recente de localização de determinado ônibus. Enquanto a tabela controle terá todos os registros de um ônibus por todas as paradas que este passou, a tabela log terá apenas o registro mais atual, sendo esta tabela que representará sua real localização.

3.1.2 RELACIONAMENTOS

Estas entidades relacionam-se entre si, representando relações do mini-mundo criado. Esses relacionamentos são de extrema importância para o bom funcionamento do banco de dados. Questões como desempenho, consistência e integridade estão diretamente ligados à boa estruturação das relações entre as entidades.

No banco de dados em questão, diversos relacionamentos podem ser

observados entre as entidades.

Sabe-se que cada ônibus pertence a uma determinada linha. Essa linha possui uma rota a ser percorrida passando por diversas paradas, podendo inclusive percorrer uma parada mais de uma vez.

Com essas informações, pode-se montar o coração da estrutura do banco de dados. Pode-se afirmar que cada linha possui 0 ou mais ônibus e cada ônibus pode pertencer somente a uma linha. As rotas por sua vez, possuem uma referência à linha a que mapeiam em uma sequência de paradas. Assim, a entidade rota pode possuir várias linhas assim como várias paradas, caracterizando um relacionamento de muitos para muitos.

Outros pontos importantes são os relacionamentos das entidades “log e controle”. A entidade controle registra a passagem de um ônibus durante as paradas pertencentes a sua rota. Sendo assim, tem-se que cada entidade controle pode referenciar a passagem de vários ônibus em várias paradas. Esta entidade então por si só faz o papel de um relacionamento “muitos para muitos” entre ônibus e paradas, registrando também outros atributos importantes para o controle do sistema.

A entidade log relaciona-se de maneira semelhante à entidade controle, porém tem-se a restrição de que somente será armazenado a última parada que determinado ônibus passou.

Além desses relacionamentos, tem-se vários modelos de ônibus que podem ser designados aos veículos em questão, porém nota-se claramente que cada ônibus não pode pertencer a mais de um modelo simultaneamente.

3.1.3 DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAMENTO

Como fruto das entidades e relacionamentos citados anteriormente, surge o seguinte Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) para representar de forma mais clara o esquema conceitual do banco de dados.

Este diagrama descreve o modelo de dados do banco de dados com um alto nível de abstração. Com ele é possível visualizar uma noção geral de como se dispõe as entidades no banco de dados. Essa noção pode ser

visualizada sem ser necessário vinculá-la a uma tecnologia específica de banco de dados.

O DER foi gerado utilizando a ferramenta *Visual Paradigm for UML* CommunityEdition. Esta ferramenta é capaz de gerar diversos diagramas além do DER. Segue o DER do banco de dados em questão:

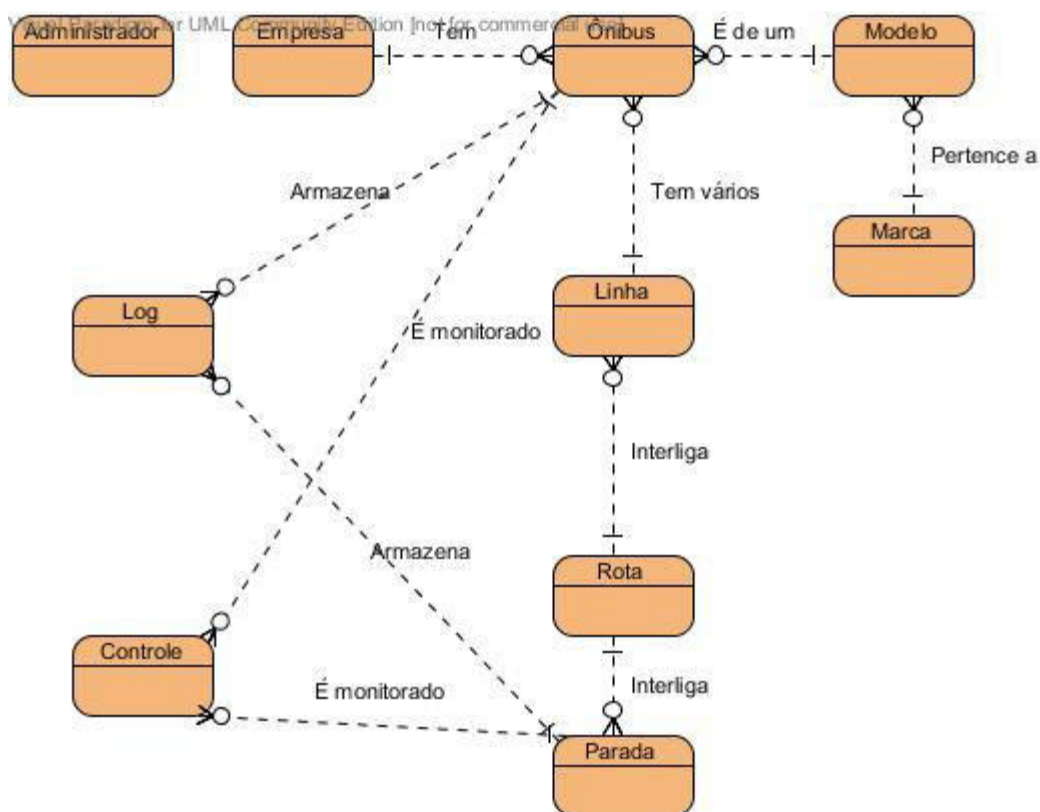


Figura 3.1 - Diagrama Entidade Relacionamento

3.2 IMPLEMENTAÇÃO

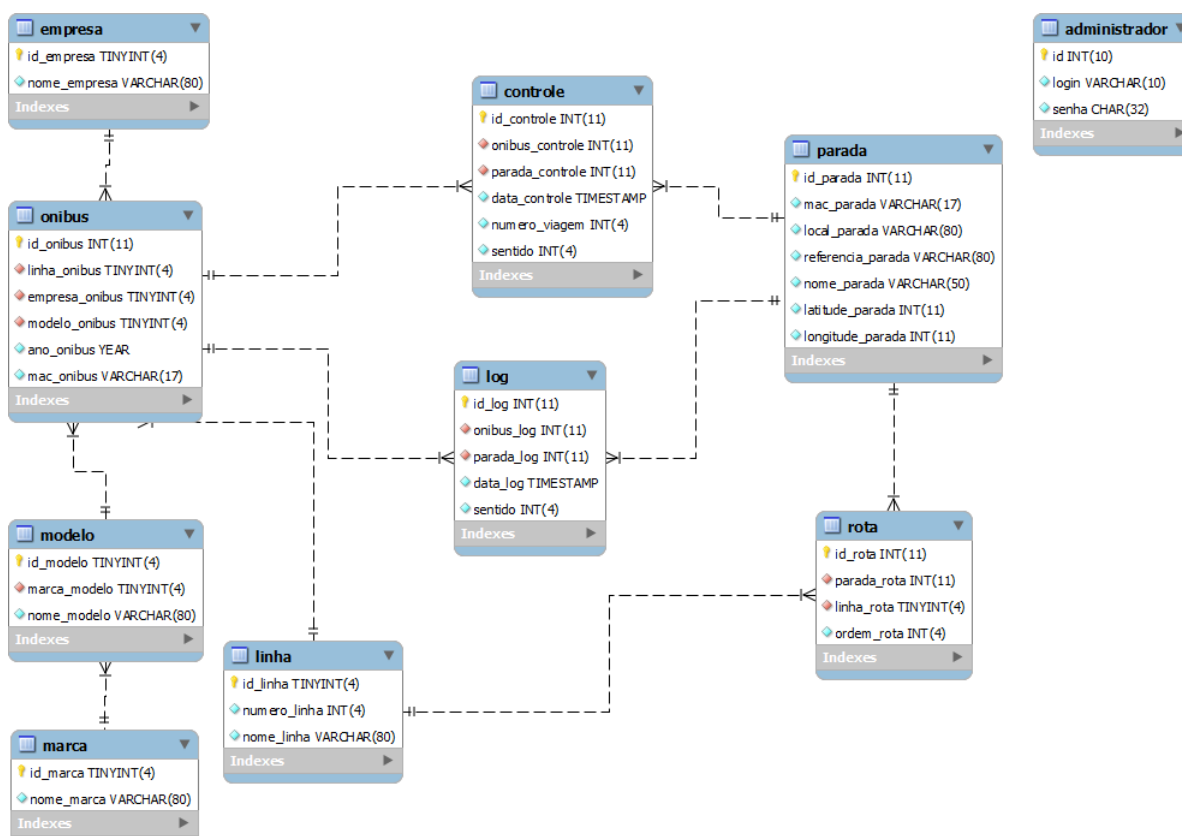
Tendo em mãos a estrutura conceitual do banco, deve-se partir para a implementação lógica.

O primeiro passo foi escolher o SGBD, que neste caso foi escolhido o MySQL, pois ele atende a todos os requisitos dentre os quais:

- Portabilidade: Possui distribuição para os Sistemas Operacionais mais utilizados.
- Desempenho: Possui excelente desempenho e é amplamente utilizado em plataformas web.

- Documentação: Possui diversas referencias e livros sobre como utilizá-lo.

3.2.1 DIAGRAMA LÓGICO



3.2.2 TABELAS

Figura 3.2 - Diagrama Lógico

Das entidades e relacionamentos encontradas na fase conceitual, geram-se as seguintes tabelas:

ÔNIBUS:

***id_onibus:** número inteiro que funcionará como identificador de cada ônibus. Chave primária da tabela, incrementada e inserida em cada tupla automaticamente.

ano_onibus: campo do tipo ano que armazenará a informação do ano de fabricação do ônibus.

empresa_onibus: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela empresa, sendo assim uma chave estrangeira que identificará a qual empresa cada ônibus pertence.

linha_onibus: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela linha, sendo assim uma chave estrangeira que identificará a linha que cada ônibus pertenceria.

modelo_onibus: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela modelo, sendo assim uma chave estrangeira que identificará o modelo de cada ônibus.

PARADA:

***id_parada:** número inteiro que funcionará como identificador de cada parada. Chave primária da tabela, incrementada e inserida em cada tupla automaticamente.

local_parada: conjunto de caracteres que armazenará a informação de localização de cada parada. Em sua grande maioria seria nome de avenida, rua ou também um terminal de integração.

referencia_parada: conjunto de caracteres que armazenará a referência para a localização de cada parada.

nome_parada: conjunto de caracteres que armazenará o nome de cada parada. Para isso, cada parada teria um nome de identificação único.

latitude_parada: posicionamento latitudinal da parada.

longitude_parada: posicionamento longitudinal da parada.

LINHA:

***id_linha:** número inteiro que funcionará como identificador de cada linha. Chave primária da tabela, incrementada e inserida em cada tupla automaticamente.

nome_linha: conjunto de caracteres que conterá a informação do nome de cada linha de ônibus armazenada. São os nomes que a maioria das pessoas conhecem como identificador de cada linha. Geralmente possuem uma informação importante da rota feita pelos ônibus dessa linha. Ex.: Cohatrac São

Francisco: Nome de uma linha de ônibus com partida no bairro do Cohatrac e que, em sua rota, passa pelo bairro São Francisco.

numero_linha: Cada linha possui também um número único de identificação, que será armazenado nesse campo.

MARCA: Tabela que armazenará dados das marcas à que pertencem os ônibus do sistema de monitoramento. São estes os dados:

***id_marca:** número inteiro que funcionará como identificador de cada marca. Chave primária da tabela, incrementada e inserida em cada tupla automaticamente.

nome_marca: conjunto de caracteres que conterà a informação do nome de cada marca de ônibus que fazem parte do sistema.

MODELO:

***id_modelo:** número inteiro que funcionará como identificador de cada modelo. Chave primária da tabela, incrementada e inserida em cada tupla automaticamente.

nome_modelo: conjunto de caracteres que conterà a informação do nome de cada modelo de ônibus que fazem parte do sistema.

marca_modelo: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela marca, sendo assim uma chave estrangeira que identificará a marca que cada modelo pertenceria.

ROTA:

***id_rota:** número inteiro que funcionará como identificador de cada rota. Chave primária da tabela, incrementada e inserida em cada tupla automaticamente.

linha_rota: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela linha, sendo assim uma chave estrangeira que identificará a linha a que pertence as informações de rota.

parada_rota: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela parada, sendo assim uma chave estrangeira que identificará a parada a

que pertence as informações de rota.

ordem_rota: número inteiro que representará a ordem da parada em determinada linha. Assim, caso se tenha por exemplo um registro nesta tabela de uma linha de código 1, e uma parada de código 2, com uma ordem 3, significa que a linha com id_linha(tabela linha) igual a 1, em seu percurso, passa pela parada de id_parada(tabela parada) igual 2, e ainda que essa parada é a terceira na rota dos ônibus que fazem esta linha.

CONTROLE:

***id_controle:** número inteiro que funcionará como identificador de cada registro da tabela. Chave primária, incrementada e inserida em cada tupla automaticamente.

onibus_controle: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela ônibus, sendo assim uma chave estrangeira que identificará o ônibus que teve a localização encontrada.

parada_controle: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela parada, sendo assim uma chave estrangeira que identificará o parada em que determinado ônibus foi localizado.

data_controle: campo que armazenará a data e hora do momento da localização de um ônibus em uma parada.

LOG:

***id_log:** número inteiro que funcionará como identificador de cada registro da tabela. Chave primária, incrementada e inserida em cada tupla automaticamente.

onibus_controle: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela **onibus**, sendo assim uma chave estrangeira que identificará o onibus que teve a localização encontrada.

parada_controle: número inteiro que fará referência à uma chave primária da tabela **parada**, sendo assim uma chave estrangeira que identificará o parada em ue determinado ônibus foi localizado.

data_controle: campo que armazenará a data e hora do momento da

localização de um ônibus em uma parada.

sentido: campo que armazenará o sentido (sentido bairro de origem ou inverso) que o ônibus se dirigia enquanto foi registrada a sua passagem nesta parada.

3.3 RESTRIÇÕES

O banco de dados necessita de algumas restrições especiais. No caso da tabela log, necessita-se de uma chave única composta pelos atributos id_onibus e id_parada. Isto é necessário para garantir a integridade semântica do banco, já que a intenção é que esta tabela armazene somente a última parada em que um determinado ônibus passou. Com isso em mente, não se pode ter nesta tabela a dupla (id_onibus, id_parada) em mais de uma linha.

Além disso, tem-se as integridades referenciais. Elas visam garantir que para cada chave estrangeira exista uma linha correspondente na tabela a qual esta chave se refere. Como exemplos pode-se citar a tabela rota, que possui duas chaves estrangeiras: id_parada, id_linha. Então para cada linha da tabela rota deve-se existir uma parada na tabela parada e uma linha na tabela linha.

3.4 USUÁRIOS DO BANCO DE DADOS

Toda essa estrutura de armazenamento em banco de dados é de extrema necessidade e importância. É dela que os sistemas ou usuários irão armazenar as informações para daí consultá-las, exibi-las ou gerar outras informações. Tem-se como principais usuários do banco de dados:

3.4.1 SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO

Um sistema de localização profissional atenderia a grande parte da população e possuiria um grande volume de dados. Com isso, é claro que não seria viável alimentar o banco de dados com a localização dos ônibus de forma manual. A lentidão e falhas do ser humano tornariam essa tarefa pouco eficaz e confiável.

Um sistema de localização automatizado é essencial para o

funcionamento do sistema como um todo. Este sistema utilizaria alguma forma de captura da localização que fosse mais conveniente à situação.

Após capturar essas informações, o banco de dados entraria em ação. Ele deve prover toda a estrutura necessária para que o sistema possa armazenar as devidas informações de forma íntegra e segura.

3.4.2 INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR

Com os dados de localização armazenados corretamente, resta a disponibilização para o público-alvo do sistema: os usuários do transporte público.

Tendo em vista que a maioria dos usuários de transporte público (especificamente no Brasil) são de baixa renda, deve-se prover uma interface de fácil manipulação por parte destas pessoas.

Como irá ser disponibilizada na *web*, essa interface deve ser projetada visando posteriormente implementá-la em HTML, bem como os efeitos e demais programações *front-end* em JAVASCRIPT.

Esta interface deverá possuir uma tela principal para que o usuário localize a parada e a linha sobre as quais ele deseja obter informações a respeito dos próximos ônibus. Além disso, caso ele não saiba qual o nome/número de sua parada ou nome/número de sua linha, a interface deve ter uma tela para que este tipo de consulta seja feita.

Após o usuário informar os dados que deseja buscar, ele irá submetê-los ao servidor no qual estará hospedada esta interface web. Lá esses dados irão ser processados utilizando uma determinada linguagem de programação.

A linguagem escolhida foi o PHP, por ser uma linguagem bastante eficiente, amplamente utilizada no meio web e que possui suporte na maioria das hospedagens *web*.

Com o PHP, a programação será estruturada da seguinte forma: os usuários irão enviar para o servidor os filtros através da interface no navegador. No servidor começa a programação em PHP. Pega-se os dados e através deles serão criadas consultas no formato da linguagem do banco e dados utilizado, que no caso é o MySQL. A consulta é então enviada ao servidor de banco de

dados, que a executa e devolve ao servidor *web*. No servidor *web*, retornando à lógica de programação, os resultados são pré-formatados e enviados de volta para o cliente. Por fim, tendo os dados chegados ao cliente, o navegador trata de exibir o resultado enviado pelo servidor *web* para o cliente.

Este resultado consiste em várias linhas informando os próximos ônibus que irão chegar a esta parada e o local onde eles se encontram. Assim, o usuário poderá se programar da melhor maneira possível e assim perder menos tempo em espera pelo veículo.

4 SIMULAÇÃO

A estrutura do sistema por completo acaba se tornando um tanto quanto complexo. Ela engloba o banco de dados, que é o coração do sistema, os softwares que o utilizam e a estrutura de hardware e de rede requerida para as comunicações entre os sistemas.

Sendo assim, uma simulação de todos os dispositivos físicos e lógicos é necessária para a validação do sistema como um todo.

4.1 PROJETO DA SIMULAÇÃO

Para simular uma situação real, precisa-se de alguns “atores” que representarão os componentes de uma realidade. Os principais elementos de uma situação real são os ônibus, que na simulação não precisam ser necessariamente esses veículos. Qualquer veículo pode fazer o papel de um ônibus, desde que possuía algum meio de localizá-lo em relação às paradas. Nesta simulação foi utilizado um GPS acoplado ao veículo.

As paradas foram escolhidas em pontos estratégicos ao qual são conhecidas as suas coordenadas, que logicamente deverão ser cadastradas no banco de dados. Para esta simulação foram registradas três paradas na seguinte ordem: uma no Outeiro da Cruz, uma no Filipinho e outra na Praça Deodoro.

Uma linha fictícia foi criada contendo as três paradas cadastradas anteriormente. Além disso, nosso veículo foi cadastrado como ônibus pertencente a esta linha.

Também necessitou ser criada uma rota fictícia para a linha anterior, de forma que as paradas pelas quais o veículo deve passar estão na seguinte ordem:

1. Outeiro da Cruz
2. Filipinho
3. Praça Deodoro

O sistema de busca e registro de localização foi projetado da seguinte forma: ele acessa o GPS do veículo e verifica se ele está localizado no raio de

alguma das paradas cadastradas. Caso esteja, ele registra na tabela log a parada que o veículo se encontra.

4.2 REALIZAÇÃO DA SIMULAÇÃO

Em nossa simulação, definiu-se como a parada a ser consultada pelo usuário a Parada Deodoro, localizada na praça Deodoro, Centro e a linha do ônibus será a Linha Teste. Ou seja, nosso usuário deseja pegar um ônibus pertencente à Linha Teste (em uma situação real, poderia ser uma linha qualquer como Vinhais via Ipase). Este usuário se encontraria próximo à Praça Deodoro, logo ele desejaria consultar aonde o ônibus de sua linha se encontra em relação à Parada da Praça Deodoro.

O veículo partiu do centro em direção à primeira parada, a parada do Outeiro da Cruz. Enquanto isso, a interface *web* era acessada constantemente para obter informações sobre a última parada da linha fictícia.

No começo da simulação, nenhuma informação de localização pôde ser disponibilizada, já que nada constava no banco de dados. Assim que o veículo saiu e passou pela parada Outeiro da Cruz, a interface de pronto informa que possui um ônibus da nossa linha na parada Outeiro da Cruz, ou seja, a uma distância de duas paradas.

O veículo então continua seu percurso em direção à parada Filipinho. Logo ao passar é disponibilizada a informação via a interface *web* de que o veículo lá se encontra, a uma parada de distância.

Por fim o veículo passa pela parada monitorada, a parada Praça Deodoro, e da mesma maneira pode-se consultar esta informação através da interface *web*.

Paralelamente, durante o percurso da simulação, um operador dentro do veículo informava a central via telefone o momento por onde ele passava, de modo a se aferir se o sistema armazenava o local e o momento correto da captura de dados e também o armazenamento correto.

4.3 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Os resultados da simulação foram visualizados através de uma

interface *web* feita totalmente de forma integrada com o banco de dados. Logo na primeira consulta da “Linha Teste” em relação à parada Deodoro, pode-se observar que nenhum ônibus foi registrado nas paradas anteriores:

The screenshot displays the SIS-LOG web interface. At the top, a blue header contains the title "SIS-LOG" and the subtitle "Sistema de Identificação e Localização de Ônibus Urbano". Below the header is a navigation menu with buttons for "Home", "Linhas", "Paradas", "Mapas", "Administrador", and "Logout". The main content area is titled "Localização de Ônibus" and includes a sub-header "Informe a linha e a parada do ônibus desejado e saiba sua localização:". A search form contains two input fields: "Linha:" with the value "Linha Teste" and "Parada:" with the value "Parada Deodoro". A "localizar" button is positioned to the right of the "Parada:" field. Below the input fields are two links: "Pesquisar Linhas" and "Pesquisar Paradas". At the bottom of the form, there are two radio buttons: "Sentido Centro" (selected) and "Sentido Bairro". Below the search form are three boxes representing different project phases: "Financiamento" with the FINEP logo, "Desenvolvimento" with logos for Ufma and Mecanet, and "Execução" with the ARTEC logo.

Figura 4.1 - Consulta na tela principal da interface web



Figura 4.2 - Nenhum Resultado Obtido

Após isso, como descrito anteriormente, o veículo saiu do Centro em direção à parada Outeiro da Cruz. Ao passar pelo referido local, uma nova consulta foi feita usando os mesmos parâmetros de busca, obtendo o seguinte resultado:

SIS-LOG Sistema de Identificação e Localização de Ônibus Urbano

Home Linhas Paradas Mapas

Número do Ônibus	Última parada	Referência	Horário	Data
49	Parada Outeiro da Cruz	Em frente à ARTEC	09:38:52	20/01/2014

Financiamento: FINEP (FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA)

Desenvolvimento: Ufma (Estado do Maranhão), Mecanet

Execução: ARTEC - AUTOMÁTICO DE RASTREAMENTO

Figura 4.3 - Veículo encontrado no Outeiro da Cruz

Após isso, o carro dirigiu-se até a próxima parada (Filipinho). Passando por lá, novamente foi realizada uma consulta obtendo o seguinte resultado:

SIS-LOG Sistema de Identificação e Localização de Ônibus Urbano

Home Linhas Paradas Mapas

Número do Ônibus	Última parada	Referência	Horário	Data
49	Parada Filipinho	Em frente ao Master	09:49:14	20/01/2014

Financiamento: FINEP (FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA)

Desenvolvimento: Ufma (Estado do Maranhão), Mecanet

Execução: ARTEC - AUTOMÁTICO DE RASTREAMENTO

Figura 4.4 - Chegada do veículo ao Filipinho

Por fim, o carro dirigiu-se à parada destino (Deodoro), mantendo sempre a comunicação entre a central e o carro. Ao chegar o momento final em que este chegou à parada escolhida, foi realizada uma nova consulta. Nesta consulta ao sistema, foi possível obter o momento exato da chegada à parada Deodoro:

The screenshot displays the SIS-LOG interface, titled "SIS-LOG Sistema de Identificação e Localização de Ônibus Urbano". It features a navigation menu with "Home", "Linhas", "Paradas", and "Mapas". Below the menu is a table with the following data:

Número do Ônibus	Última parada	Referência	Horário	Data
49	Parada Deodoro	Lab. Cedro	10:05:34	20/01/2014

At the bottom of the interface, there are three logos representing different entities:

- Financiamento:** FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos, Ministério da Ciência e Tecnologia).
- Desenvolvimento:** Ufma (Universidade Federal de Minas Gerais) and Mecanet.
- Execução:** ARTEC - Automação Urbana.

Figura 4.5 - Chegada ao destino

5 CONCLUSÃO

Muitos esforços foram gastos para a idealização e implementação deste trabalho. Foram necessários muitas horas de estudo sobre os mais diversos temas, desde banco de dados e desenvolvimento *web* até mesmo sobre organização do trânsito e transporte público. Além disso, foi investido muito tempo na implementação, testes e correção de detalhes, tanto da parte técnica quanto em relação à ideia geral do projeto. Mas por fim, pode-se dizer que é um longo tempo gasto em que foi obtido além de muito conhecimento adquirido, grande satisfação ao ver o projeto funcionando de fato.

Com as simulações realizadas, pode-se comprovar que de fato este banco de dados oferece a estrutura necessária para suportar o registro e consulta da localização dos veículos. Além disso, o atraso entre a passagem pelo veículo pela parada e o procedimento de armazenamento desta informação no banco de dados foi imperceptível. Outro fator importante em relação à qualidade foi em realização das consultas, que retornam de maneira extremamente rápida os resultados requeridos.

Diante de todos os problemas que o transporte público possui, este trabalho provê uma solução que ataca um desses problemas de forma bem eficiente. Com o sistema de localização em funcionamento, o contentamento seria maior por parte dos usuários. Como foi apresentado, o sistema de monitoramento é perfeitamente possível de ser implementado e com isso monitorar os ônibus que irão passar pelas paradas desejadas.

Pode-se notar também que uma solução desse tipo não é de extrema complexidade, necessitando apenas de um servidor para hospedar o banco de dados, a interface *web* e o sistema de varredura de localização. A especificação do servidor está diretamente relacionada à quantidade de usuários que acessarão o banco de dados, não sendo possível no momento estimar quantos usuários utilizarão o sistema.

A facilidade de manipulação pelos usuários, bastando apenas informar a linha e a parada desejada, é outro ponto forte do sistema como um todo. Muitos dos usuários serão pessoas leigas, logo a simplicidade de acesso às informações deve ser um ponto de grande importância no projeto, tendo sido,

portanto, considerado neste trabalho.

Como continuação deste trabalho, pode-se sugerir mostrar as paradas e as rotas em um mapa georeferenciado, assim a visualização por parte do usuário seria gráfica podendo tornar a compreensão mais fácil. Com os dados georeferenciados, os administradores do sistema viário ainda poderiam utilizá-lo como base para projetar melhores rotas. Isso evitaria concentração de rotas em locais de baixa demanda e vice-versa facilitando a criação de rotas alternativas em lugares menos amparados.

Uma outra sugestão de extensão deste trabalho seria a adaptação para outros tipos de transportes, tais como metrô, VLTs e até mesmo linhas de veículos de patrulha. Com isso, teriam os mesmos benefícios de controle do horário e localização que o atual sistema fornece para os ônibus.

Um ponto deste trabalho que pode ser viável em algum momento seria a previsão de chegada dos ônibus nas paradas. Com o andamento de projetos de criação de faixa exclusiva para ônibus, um dia talvez isso viabilizasse essa estimativa de tempo. Como os ônibus teriam sua faixa de trânsito exclusiva, sua passagem ao longo do percurso seria feita de maneira bem mais ordenada, facilitando assim que sejam feitas previsões à respeito.

REFERÊNCIAS

BENTO, Evaldo Junior. Desenvolvimento web com PHP e MySQL. 2003.

Conceito de GPS. Acesso em: 15 de fevereiro de 2014. Disponível em <http://www.significados.com.br/>.

Conceito de localização. Acesso em: 18 de fevereiro de 2014. Disponível em <http://conceito.de>

DALL'OGGIO, Pablo. PHP Programando com Orientação a Objetos. São Paulo: Novatec Editora, 2007

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. Sistemas de Banco de Dados, 6ª edição. Editora Pearson do Brasil, 2011.

HEUSER, Carlos Alberto. Projeto de Banco de Dados. Editora Sagra Luzzato, Porto Alegre, 1998.

MICHEL, S. Usuários do Transporte público de São Luís sofrem a cada dia. Acessado em: 30 de setembro de 2013. Disponível em: http://www.oimparcial.com.br/app/noticia/urbano/2013/09/28/interna_urbano,142038/usuarios-do-transporte-publico-de-sao-luis-sofrem-a-cada-dia.shtml

MILANI, André. MySQL - Guia do Programador. Editora Novatec 2007.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. Sistema de banco de dados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

Sistema GSBUS, da empresa systemsat. Acesso em 18 de fevereiro de 2014. Disponível em <http://www.systemsat.com.br/Solucoes/GSbus>

Sistema de localização de ônibus da Digicon. Acesso em: 16 de fevereiro de 2014. Disponível em <http://www.digicon.com.br>

TONSING, Sérgio Luiz. MySQL Aprendendo na Prática. Editora da Ciência Moderna, 2006