



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Márcia Andrade Porto

**O TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO
DE PETROLINA-PE: o problema da acessibilidade com o auxílio
de um SIG**

Juazeiro - BA
2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Márcia Andrade Porto

**O TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO
DE PETROLINA-PE: o problema da acessibilidade com o auxílio
de um SIG**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro – BA, como requisito para obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior

Juazeiro - BA
2010

**O TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO DE PETROLINA-PE: o problema da
acessibilidade com o auxílio de um SIG**

Márcia Andrade Porto

Porto, Márcia Andrade.
P839o O transporte coletivo por ônibus no município de Petrolina-PE : o
problema da acessibilidade com o auxílio de um SIG / Márcia
Andrade Porto . -- Juazeiro, 2010.
58f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, para graduação
em Engenharia Produção, 2010.
Orientador: Profº. Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior

Inclui referências bibliográficas.

1. Transporte urbano – Petrolina (PE). 2. Sistema de Informação
Geográfica. 3. Empresa Petrolinense de Trânsito e Transporte
Coletivo I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 388.4098134

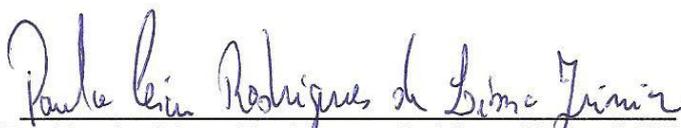
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Márcia Andrade Porto

O TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO
DE PETROLINA-PE: o problema da acessibilidade com o auxílio
de um SIG

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Produção, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.



Prof. Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior (UNIVASF)



Prof. Dr. João Barbosa de Souza Neto (UNIVASF)



Prof. Dr. José Luiz Moreira de Carvalho (UNIVASF)

Aos meus irmãos Deivid e Marizângela, à minha mãe Maria Auxiliadora e ao meu pai Milton, em memória, pelo amor e carinho, que me fazem seguir sempre em frente...

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço à Deus, por ser o meu maior guia, em tudo que realizo.

À minha família querida pelo apoio e compreensão de sempre;

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior, pela orientação acadêmica, pela troca de experiência e claro, pela paciência, ao longo de todo o projeto e que muito contribuiu para meu aperfeiçoamento.

Aos Colegas Amintas e Jorge que contribuíram na geração da base de dados no ArcGIS.

Aos companheiros do Curso de Engenharia de Produção da UNIVASF, a quem compartilhei muitos momentos de descoberta do conhecimento, na realização do nosso sonho profissional.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aos professores da UNIVASF, grandes educadores, amigos e conselheiros.

Às empresas e instituições que, contribuíram com muitas informações fundamentais para a elaboração deste trabalho, e à seus profissionais pelo atendimento, pela ótima receptividade, atenção e colaboração, principalmente aos funcionários da Sindicato das Empresas de Transportes do Vale do São Francisco (SETRANVASF), Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Petrolina, Empresa Petrolinense de Trânsito e Transporte Coletivo (EPTTC), pela ajuda na disponibilização de informações para este trabalho de conclusão do curso.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para esta realização.

Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.

Henry Ford

RESUMO

A disponibilidade de transporte constitui o principal vetor de desenvolvimento de uma determinada região e, assim sendo, um plano de transporte bem concebido e corretamente executado pode representar a garantia de uma boa qualidade de vida para seus habitantes. Com base nesta afirmação, este trabalho tem como objetivo central contribuir para a melhoria do processo de planejamento e operação de Sistemas de Transporte Público - STP por ônibus em Petrolina-PE, através do estudo da acessibilidade com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica - SIG. Para esta análise a proximidade dos terminais e dos pontos de embarque e desembarque de passageiros são fatores influenciadores do nível de acessibilidade à rede de transporte público, juntamente com a distribuição das linhas na rede, o tipo de veículos utilizado, a integração física do serviço (acessibilidade locacional) e a frequência do serviço (acessibilidade temporal). Para este estudo foi analisado somente o aspecto locacional. A estratégia estabelecida pela Empresa Petrolinense de Trânsito e Transporte Coletivo - EPTTC para servir a área urbana da cidade foi a utilização de um conjunto de linhas para cada concessionária. Desta forma, as concessionárias desenvolvem um modelo operacional padrão, de forma a lhes garantir resultados econômico-financeiros e viabilidade técnica. Dos trabalhos em campo, pode-se constatar que, nos pontos de parada de várias linhas, a sinalização era precária dificultando a visualização dos pontos de parada. Já na análise da acessibilidade locacional, através da geração de mapas temáticos, foi possível identificar quais eram os bairros sujeitos a um nível de acessibilidade baixa, gerando vazios em torno de seu percurso, ou seja, quais eram as áreas menos densamente ocupadas por pontos de paradas, onde, é importante sua inserção, pelo menos a cada 500m. Deste exame, verificou-se que linha do bairro Cohab 6 / Rio Corrente é a que possui a maior área de cobertura. A carência na utilização em tecnologia de informação nos leva a acreditar que as ações até então empreendidas não foram suficientes para viabilizar a elevação do nível de qualidade dos transportes públicos da cidade.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica, Acessibilidade, Sistema de Transporte Público, Nível de qualidade.

ABSTRACT

The availability of transport is the main vector of development in a given region and, therefore, a transportation plan well designed and properly executed may represent a guarantee of a good quality of life for its inhabitants. Based on this finding, this work has main aimed to contribute to process of planning and operation of Public Transport Systems - STP by bus in Petrolina-PE, through the study of accessibility with the aid of a Geographic Information System - SIG. For this analysis the proximity of the terminals and points of embarkation and disembarkation of passengers are factors influencing the level of accessibility to public transport, together with the distribution lines in the network, the type of vehicles used, the physical integration of the service (locational accessibility) and frequency of service (accessibility temporal). For this study examined only the locational aspect. The strategy established by the Company Petrolinense Traffic and Public Transport - EPTTC to serve the urban area was the use of a set of lines for each dealership. Thus, utilities are developing a standard operating model in order to assure economic and financial results and technical feasibility. Work in the field, can be seen that at the points of arrest of several lines, the signal was poor making it difficult to visualize the breakpoints. In the analysis of locational accessibility, through the generation of thematic maps, it was possible to identify which neighborhoods were subject to a low level of accessibility, creating voids around its route, ie, what were the areas less densely occupied by points charts, where it is important to its insertion at least every 500m. This examination, it was found that line the neighborhood Cohab 6 / Rio Corrente is one that has the largest coverage area. The shortfall in the use of information technology leads us to believe that actions taken so far were not sufficient to permit the elevation of the quality of public transport in the city.

Keywords: Geographic Information System, Accessibility, Public Transport System, Level of quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Tríade da Acessibilidade	9
Figura 2: Tipos de Linhas nas Áreas Urbanas.	15
Figura 3: Localização de Petrolina.	27
Figura 4: Malha viária de Petrolina.	29
Figura 5: Eixos das ruas digitalizados no ArcGIS.....	31
Figura 6: Trilhas e waypoints do bairro Areia Branca.....	32
Figura 7: Waypoints e trilhas das linhas de ônibus urbano de Petrolina.	33
Figura 8: Facilidades dos pontos de parada.....	34
Figura 9: Buffers dos pontos de paradas de ônibus da cidade de Petrolina.....	36
Figura 10: Indicação dos locais habitados sem acessibilidade dos pontos de paradas de ônibus da cidade de Petrolina.	36
Figura 11: Vista superior da cidade de Petrolina.	37
Figura 12: <i>Buffers</i> e áreas de serviço dos pontos de paradas de ônibus da cidade de Petrolina.	38
Figura 13: Áreas de serviço dos pontos de paradas de ônibus da cidade de Petrolina.	38
Figura 14. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus e área total da cidade de Petrolina.	39
Figura 15. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Circular da cidade de Petrolina.....	41
Figura 16. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Cohab 6 / Rio Corrente da cidade de Petrolina.....	41
Figura 17. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Areia Branca da cidade de Petrolina.....	42
Figura 18. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Cohab Massangano da cidade de Petrolina.	42

Figura 19. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Cosme e Damião da cidade de Petrolina.	43
Figura 20. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Dom Avelar da cidade de Petrolina.....	43
Figura 21. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Henrique Leite da cidade de Petrolina.....	44
Figura 22. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Integração da cidade de Petrolina.....	44
Figura 23. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Jardim Amazonas da cidade de Petrolina.....	45
Figura 24. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha João de Deus da cidade de Petrolina.....	45
Figura 25. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Pedra Linda da cidade de Petrolina.....	46
Figura 26. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha São Gonçalo da cidade de Petrolina.....	46
Figura 27. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Vila Marcela da cidade de Petrolina.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparativo da população 2008 com frota de ônibus de 2008.	6
Tabela 3. Itinerário da linha de ônibus do bairro Areia Branca.	29
Tabela 4. Identificação das linhas de ônibus.	30
Tabela 5. Cobertura das linhas de ônibus.	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SIG – Sistema de Informação Geográfica

STP – Sistema de Transporte Público

EPTTC – Empresa Petrolinense de Trânsito e Transporte Coletivo

SETRANVASF - Sindicato das Empresas de Transportes do Vale do São Francisco

STPO - Sistema de Transporte Público por Ônibus

STC – Sistema de Transporte Coletivo

SIG-T - Sistema de Informações Geográficas de Transporte

SAD - Sistema de Apoio à Decisão

STU - Sistema de Transporte Urbano

GIS - *Geographic Information System*

ESRI - *Environmental Systems Research Institute Inc.*

ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	x
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objeto de Estudo.....	4
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Geral.....	5
1.2.2. Específicos	5
1.3. Justificativa.....	5
1.4. Estrutura do Trabalho.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1. Acessibilidade	8
2.1.1. Acessibilidade e Mobilidade.....	11
2.2. Sistema de Transporte Público – STP	11
2.2.1. Tipos de Linhas nas Áreas Urbanas.....	15
2.2.2. Pontos de Parada	16
2.2.3. Terminais.....	17
2.3. Logística de Transporte.....	17
2.4. Sistema de Informações Geográficas – SIG	19
2.4.1. Sistema de Informações Geográficas de Transporte – SIG-T	23
2.4.2. Software.....	24
3. METODOLOGIA	26
3.1. Tipo da Pesquisa.....	26
3.2. Campo de Atuação.....	27
3.3. Coleta de dados	28

3.3.1. Identificação das Linhas de ônibus.....	30
3.4. Análise de Dados	31
3.4.1. A elaboração da base de dados em SIG	31
3.4.2. Itinerários.....	32
3.4.3. Observações sobre os trabalhos de campo.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
5.1. Conclusões.....	48
5.1. Recomendações para trabalhos futuros.....	50
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICE - A	57

1. INTRODUÇÃO

As localidades rurais vêm se desenvolvendo, adquirindo características urbanas e dotando-se de infraestrutura. Esse crescimento, conforme Ferreira (2006), pode trazer sérias consequências para o sistema de transporte urbano, que depende da existência de um compromisso entre fornecedores do serviço e clientes, para que não gere insatisfação e insegurança.

Ao analisar este aspecto na cidade de Petrolina, Barboza et al. (2008, p. 01) complementam que “o município, nos últimos anos demonstra um intenso processo de mobilidade populacional para o centro urbano e seu entorno, motivado pela ideologia do desenvolvimento e das ofertas de produção desse espaço.” Contribuindo para esta afirmativa, com base na Pesquisa do Perfil Municipal, realizada em 2000, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE apresenta que a cidade tem uma taxa de urbanização de 76,1%. Estes dados confirmam o intenso crescimento da população urbana, corroborando para elevar a demanda por transporte público por ônibus. Com relação à economia, a região de Petrolina, devido ao clima seco e à irrigação, tornou-se o segundo centro vinícola do país, cujo primeiro lugar é ocupado pela Região Sul. Políticas de incentivo aplicadas nas últimas décadas tornaram a região um celeiro de frutas tropicais, que são exportadas para as principais regiões do país e também para o mercado internacional. O turismo de negócios e o artesanato, onde destaca-se a produção de carrancas, são outros potenciais de Petrolina.

Já nos anos 1970, Petrolina, auferiu alcunha de ‘terra dos impossíveis’. Esta cidade interiorana passou a receber atenção dos governos federal, estadual e municipal com obras de infra-estrutura e investimentos na área social, o que criou as condições de externalidades econômicas para que a iniciativa privada se instalasse com novos e complexos negócios (VITAL, 2006). Outro marco histórico referente a região foi a inauguração da ponte rodo-ferroviária “Presidente Dutra”, em 1954, unindo as cidades de Petrolina e Juazeiro, que contribuiu para reorganizar ainda mais o uso do território na região. O novo fixo era um dos poucos pontos sobre o rio São Francisco, facilitando as conexões do sul com o norte do país (RAMOS, 2002).

Essas informações ratificam a importância que o sistema de transporte por ônibus tem para a infraestrutura básica, a economia e a produtividade de uma

cidade, uma vez que a maioria dos deslocamentos é feita através deste meio (PRADO, 2001). Adicionado a isto, a Pesquisa de Informações Municipais realizada em 2008 pelo IBGE expõe que o transporte coletivo é um serviço que influencia a qualidade de vida da população das cidades e faz parte do cotidiano da maioria das pessoas que se deslocam para trabalhar, estudar, dentre outras atividades. Desta forma, o transporte participa da dinâmica de desenvolvimento do município e interfere concretamente em suas organizações espacial e social (IBGE, 2008).

Além desse aspecto prático, é importante frisar a necessidade de um conhecimento profundo do sistema em questão para a melhoria do nível de qualidade dos transportes (Silveira, 2006), o que, por consequência, influirá num planejamento adequado não só para os transportes como para a cidade, conforme explana Batista Júnior et al. (2001, p. 21):

dentro do Planejamento Urbano, o Planejamento de Transporte ocupa uma posição de grande destaque, tendo em vista sua importância na definição do uso e ocupação do solo de uma cidade. A disponibilidade de transporte constitui o principal vetor de desenvolvimento de uma determinada região e, assim sendo, um plano de transporte bem concebido e corretamente executado pode representar a garantia de uma boa qualidade de vida para seus habitantes.

Com base no exposto pode-se notar que um Sistema de Transporte Urbano - STU é constituído de partes que para Kawamoto, citado por Rios (2007), relaciona os seguintes elementos: o meio ambiente, que é o conjunto de objetos que não fazem parte do sistema, mas que exercem influência sobre o mesmo; os recursos são as pessoas, materiais, informações, fornecidos ao sistema, onde, a partir da utilização do sistema, esses recursos se tornam as saídas (resultados); a retroalimentação que viria a suprir falhas na entrada (recursos) e; o modelo é uma forma de se representar simplificada o sistema para facilitar a sua análise, permitindo a experimentação. De forma mais geral, os componentes funcionais básicos de todo sistema de transporte são (PRICINOTE, 2008, p. 28):

- a. **Demanda:** passageiros ou carga que precisa ser movimentada;

- b. Os **nós** são as localidades onde os deslocamentos são originados, terminados ou simplesmente transferidos;
- c. A **rede** (infraestrutura) representa os componentes físicos do sistema de transportes construídos no espaço geográfico. Já os terminais são componentes cujo propósito é a transferência do fluxo de passageiros ou de carga [...], e as interseções são vias que se cruzam e que necessitam de algum tipo de controle de fluxo de veículos.

Dentro dessa composição, o processo de planejamento de transportes exige, em geral, uma quantidade grande de informações (RAIA JUNIOR, 2000). Estas, por sua vez, são elementos importantes do sistema, pois, para que se tenham resultados próximos da realidade, é necessário utilizar dados extraídos de fontes seguras, daí, a importância da aplicação de um Sistema de Informação Geográfica – SIG (*geographic information system* – GIS) para uma organização, possibilitando racionalizar tempo e recursos, facilitando o bom andamento das atividades. Portanto, devido à multiplicidade de usos e visões possíveis da tecnologia dos SIG, atualmente, a gestão pública tem utilizado esta ferramenta para melhorar a qualidade da gestão de redes de infraestrutura (HANSEN, 2008).

Isto pode ser ratificado através de trabalhos que utilizaram estas ferramentas, como o de Silva (1998) que pesquisou os sistemas de informações geográficas para planejamento de transportes. O estudo de Raia Junior (2000) abordou a acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas. Já a pesquisa de Ferreira (2006) partiu de uma revisão de literatura e análise em planejamento de transportes usando os sistemas de informações geográficas. Prado (2001) estudou a acessibilidade de transportes no município de passos – MG, e Batista Júnior et al. (2001) estudou a importância de um sistema de informação para o gerenciamento do transporte de passageiros.

Ainda sobre este tema, há o trabalho de Carvalho, B. N. R. de (2003) que analisou o sistema de informação como suporte ao gerenciamento e planejamento municipal. Santos (2004) fez uma aplicação do geoprocessamento para gestão de vias públicas no município de Itabira MG e Lemes (2005) desenvolveu uma geração e análise do cenário futuro como um instrumento do planejamento urbano e de transportes. Silveira (2006) estudou a aplicação do geoprocessamento ao planejamento dos transportes urbanos, e Hansen (2008) fez aplicação de SIG em

sistema de gerência de pavimentos para a cidade de Maringá, com uma abordagem sociológica. Já no município de Petrolina encontra-se a pesquisa de Barros (2008) sobre a visualização do transporte público e o auxílio de técnicas de geoprocessamento nas relações territoriais do bairro João de Deus em Petrolina-PE.

Estes são alguns trabalhos que compuseram a base inicial para o marco teórico deste estudo. Há uma grande preocupação da comunidade acadêmica para com este assunto. Isto pode ser comprovado ao se observar a vasta literatura disponível voltada a pesquisas nesta área.

1.1. Objeto de Estudo

Segundo Carvalho, B. N. R. de (2003), para o usuário do transporte coletivo, o deslocamento até o ponto de parada é um fator importante. Por isso, a disponibilidade de ferramentas que facilitem o planejamento de transporte é de grande importância, pois, sua formulação além de envolver objetivos muitas vezes conflitantes entre usuários e operadores, envolve um grande número de informações (KIRIHATA; SENNE, 2002).

Portanto, devem-se avaliar os ganhos do uso da ferramenta SIG para o setor de logística e transporte, que pode aumentar a flexibilidade e o nível de serviço, proporcionando melhor competitividade aos seus produtos, além de dar apoio à tomada de decisões, que conseqüentemente diminuirão os custos logísticos. (BORIO, 2008).

Assim, ao caracterizar a acessibilidade do usuário do transporte coletivo, o objeto de estudo deste trabalho consiste em responder ao seguinte questionamento: em que o geoprocessamento pode ajudar no estudo da acessibilidade e na definição de ações para sua melhoria?

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

Este trabalho tem como objetivo central contribuir para a melhoria do processo de planejamento e operação de Sistemas de Transporte Público - STP por ônibus, através do estudo da acessibilidade com o auxílio de um SIG. Como estudo de caso, serão utilizadas informações relativas ao STP por ônibus da cidade de Petrolina-PE.

1.2.2. Específicos

O objetivo geral desdobra-se em objetivos específicos, que são:

- Coletar e analisar dados referentes ao sistema de transporte coletivo por ônibus da cidade de Petrolina-PE;
- Gerar uma base de dados georeferenciados e manipulá-los inserindo informações relevantes para o estudo no SIG;
- Diagnosticar possíveis problemas do STP por ônibus da cidade de Petrolina-PE;
- Propor alternativas para melhoria do sistema de transporte coletivo por ônibus através do estudo da acessibilidade locacional.

1.3. Justificativa

O Vale do São Francisco, mais precisamente a cidade de Petrolina, vem se destacando cada vez mais no setor agrícola e econômico, assim como Silva et al. citado por Nóbrega (2004) expõem que “os impactos da fruticultura irrigada podem ser vistos nos diversos setores da economia, pois, do ponto de vista econômico, fomentou a economia da região atraindo investidores e renda”. Desta forma, ocorre uma maior concentração populacional e, conseqüentemente, é produzida uma maior demanda por transporte.

Segundo dados do IBGE (Tabela 1), Petrolina apresenta uma situação singular, pois ao compará-la com algumas cidades, observou-se que a mesma possuía um baixo número de veículos de transporte urbano por habitante em 2008.

Tal constatação não evidencia um problema de frota insuficiente, pois cada cidade possui características particulares. Porém, um alto índice de habitante/frota pode ser um indício de problemas na infraestrutura, como por exemplo, a relação entre oferta e demanda por transporte.

Tabela 1. Comparativo da população 2008 com frota de ônibus de 2008.

Município	População 2007 (hab.)	Frota de ônibus (2008)	Habitante/ Frota
Abreu e Lima	92.217	296	311,5
Cabo de Santo Agostinho	163.139	281	580,6
Caruaru*	289.086	421	686,7
Igarassu	93.748	266	352,4
Paulista*	307.284	244	1259,4
Petrolina*	268.339	267	1005,0
São Lourenço da Mata	95.304	253	376,7
Vitória de Santo Antão	121.233	225	538,8

Fonte: IBGE, Contagem da População 2007.

*População estimada

Há que se pensar em um melhor planejamento do STP por ônibus para que haja equilíbrio entre demanda e oferta e aumento da atratividade dos mesmos, a qual está relacionada com sua flexibilidade, sua capacidade de adaptar-se às diferentes demandas, sua tecnologia simples e sua facilidade em trocar de rotas (SCHEIN citado por PILON, 2009).

Por isso, um Sistema de Apoio à Decisão em Transporte auxiliará na estruturação do sistema de forma a atender os usuários com um maior nível de qualidade e a um menor custo para as prestadoras de serviço. Em seu estudo, Silva (1998, p. 7) ressalta a aplicabilidade desse sistema ao apresentar que:

pode-se fazer uso dos SIG, que se baseiam em uma tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais. Esta ferramenta é capaz de gerar informações que permitem obter soluções rápidas e precisas para vários problemas, facilitando o processo de tomada de decisões em diversas áreas.

Dessa forma, o uso do geoprocessamento passa a ser uma ferramenta de grande auxílio para o acompanhamento do serviço de transporte urbano e para simulação de futuros investimentos, auxiliando na tomada de decisão e na

implantação da melhoria e manutenção do sistema de transporte urbano, unindo-se às ideias de planejamento do sistema. Seguindo a argumentação de Prado (2001), ao defender que um estudo de acessibilidade pode trazer informações relevantes para a reprogramação do sistema de transporte ou para estruturação de uma nova rede de transporte coletivo, será possível propor alternativas que melhorem a acessibilidade dos usuários do município em questão.

Em vista disso, a justificativa para a realização deste estudo é que, em razão da importância econômica e social que o STP por ônibus possui na infraestrutura petrolinense, o estudo da acessibilidade poderia possibilitar um maior nível de qualidade do serviço ao usuário e o SIG poder gerar uma resposta rápida na tomada de decisão, configurando um gerenciamento eficiente para o crescimento da cidade.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho desenvolve-se em seis capítulos, como descrito na sequência, constituindo a presente introdução o primeiro capítulo, na qual é apresentado o problema, os objetivos e a justificativa.

O segundo capítulo trata dos conceitos e importância do Sistema de Transporte Urbano - STU e da acessibilidade.

A revisão bibliográfica em que são apresentados os principais trabalhos sobre o uso de Sistema de Informação Geográfica – SIG no planejamento de transporte encontra-se descrita em detalhes no terceiro capítulo.

O quarto capítulo descreve os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do trabalho proposto, dividindo-se em tipo de pesquisa, campo de atuação e coleta de dados.

No quinto capítulo é apresentada a análise dos dados com a implementação do Sistema de Informação Geográfica – SIG desenvolvido na cidade de Petrolina e os resultados obtidos para realização do trabalho.

O capítulo seis contém as considerações finais do estudo com base nos resultados obtidos na pesquisa e, ao final deste, citam-se as fontes bibliográficas utilizadas nesta pesquisa, assim como os anexos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo visa explicitar os conceitos de acessibilidade e Sistema de Transporte Urbano, com o objetivo de entender a composição de um sistema de transporte, partindo de conceitos gerais. Definem-se os SIG, enumeram-se suas características e componentes e introduzem-se os softwares que serão utilizados neste trabalho.

2.1. Acessibilidade

O conceito de acessibilidade tem sido amplamente empregado na literatura como medida de qualidade de serviços de transportes (HANDY citado por RAIA JUNIOR, 2000). Outros autores associam-na apenas aos portadores de deficiência, no entanto, Gomes Filho (2004) esclarece que a acessibilidade é universal, sendo também necessária para idosos, grávidas, pessoas de baixa estatura, ou seja, toda e qualquer pessoa com mobilidade reduzida.

Outro conceito confirmado por Henrique (2004) considera acessibilidade em termos de custo, como a facilidade de movimentação entre lugares, tanto quanto a atratividade desses lugares. A acessibilidade ao transporte coletivo sob a perspectiva de Ferraz, citado por Raia Junior (2000), está relacionada com as distâncias que os usuários necessitam caminhar para utilizar o transporte na realização de uma viagem, da origem da viagem até o local de embarque e deste até o destino final.

A avaliação dessas distâncias possibilitará estimar parâmetros de acessibilidade. Ao fazer referência a este aspecto Bartolome e Caceres citados por Raia Junior (2000, p. 27), explanam que:

o conhecimento dos dados relacionados com a acessibilidade de um território, por exemplo, constitui uma necessidade para os planejadores, geógrafos, urbanistas etc., que precisarem conhecer o grau de proximidade e a facilidade de comunicação entre uns pontos e outros. A estimação deste parâmetro permitirá analisar as zonas

cujos moradores possuam pouca mobilidade e, em consequência, mais necessidade de infraestrutura ou serviços de transportes.

Portanto, diante dessas definições é possível destacar as observações de Vasconcelos, citado por Gomes Filho (2004), ao subdividir a acessibilidade em dois tipos, micro e macro, onde a macro define a extensão e abrangência do sistema viário e a micro está ligada à facilidade de acesso ao destino direto das pessoas, dos veículos ou às necessidades de estacioná-los.

Diante dessa baliza, o conceito de Rios (2007) torna-se mais técnico ao mencionar que a acessibilidade é proporcional ao tempo de acesso do ponto de parada em conjunto com o tempo de espera do veículo (acessibilidade locacional e temporal respectivamente). De maneira análoga, Carvalho, B. N. R. de (2003) defende que, seguindo o caminho da percepção do Sistema de Transporte Coletivo - STC, a acessibilidade que deve ser oferecida é composta de uma tríade com o tempo, a distância e a facilidade, ilustrada na Figura abaixo:

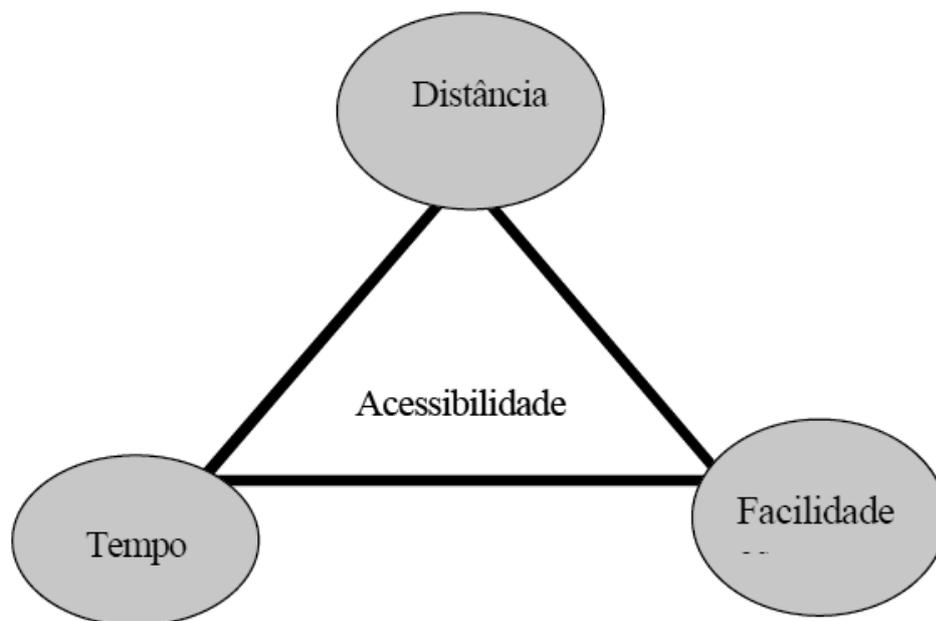


Figura 1. Tríade da Acessibilidade
Fonte: Carvalho, B. N. R. de (2003)

A fim de tornar esse entendimento possível, o manual da EBTU, citado por Prado (2001) distingue dois aspectos sobre acessibilidade:

- **Acessibilidade Locacional** – representada pela proximidade dos terminais e pontos de embarque/desembarque do sistema;

- **Acessibilidade Temporal** – representada pela frequência dos serviços.

Diante do exposto, convém destacar que neste trabalho, será estudada a acessibilidade locacional, considerando a distância entre paradas e seu raio de abrangência.

Os trabalhos de Arruda, citado por Raia Júnior (2000), sugerem que os indicadores de acessibilidade poderiam ser classificados em dois grandes grupos:

- a) **Medidas agregadas** – se relacionam essencialmente a um espaço físico, não envolvendo qualquer referência ao indivíduo, e;
- b) **Medidas desagregadas** – estão relacionados ao espaço comportamental do indivíduo e, por isso, são mais adequadas para refletir o comportamento do indivíduo no seu ambiente. No entanto, são mais difíceis de operacionalizar.

Contudo, um dos elementos utilizados para medir a acessibilidade são os pontos de parada de ônibus, que bem localizados e com infraestrutura adequada constituem um fator chave para o sucesso de um STC, principalmente pelo fato de ser a porta de entrada de tal sistema (BATISTA JÚNIOR et al., 2001). Ainda sobre este componente Carvalho E. B. de (2003) o definem como o elo de ligação entre o sistema de circulação dos pedestres com o STC. A sua inexistência cria a impossibilidade do pedestre tornar-se usuário deste sistema.

Segundo *TAS Partnership*, citado por Carvalho E. B. de (2003, p. 24) os abrigos devem observar as seguintes proposições, dentre outras:

serem instalados para prover a máxima proteção para os usuários contra as intempéries, dar visibilidade para os usuários que estão esperando o ônibus, não atrapalhar a passagem dos pedestres na calçada, criar o mínimo de obstrução visual para os usuários dos veículos.

Desta forma, pode-se prover a eficácia do sistema com mudanças nas configurações da rede de transporte com conseqüente alteração nos padrões de acessibilidade.

2.1.1. Acessibilidade e Mobilidade

Raia Junior (2000, p. 31) distingue estes dois termos de forma clara e coerente ao apresentar que:

acessibilidade está relacionada com a efetividade do sistema de transporte em conectar localidades espacialmente separadas, e mobilidade está associada com “até que ponto” um determinado indivíduo ou tipo de pessoa é capaz de fazer uso do sistema de transporte.

Sobre esta relação, Ferreira (2003), expõe que as alterações dos hábitos e das atitudes culturais são responsáveis pelas alterações dos padrões de mobilidade, pois as pessoas têm um raio de movimentação em relação ao local onde residem, cada vez maior.

No entanto, se uma pessoa possui deficiência física, muitas vezes não pode tomar o ônibus, pois ela não tem mobilidade, embora tenha acessibilidade ao transporte coletivo (RAIA JUNIOR, 2000).

Reyes, citado por Raia Junior (2000, p. 102), “ressalta que ambas fazem parte de um componente estratégico do desenvolvimento produtivo e na conformação física de uma cidade”. Uma grande ajuda é a adoção de medidas de gerenciamento da mobilidade que vem sendo tomada como base para estratégias de planejamento de transportes em diversos projetos e pesquisas desenvolvidos (DUTRA, 2004). A solução para melhorar a mobilidade das pessoas não é simples, imediata e muito menos barata. É preciso que haja esforços coordenados e integrados de vários setores do governo, da sociedade e da indústria. (MACIEL citado por PILON, 2009).

2.2. Sistema de Transporte Público – STP

Segundo Vasconcellos, citado por Gomes Filho (2004), os problemas relacionados ao trânsito são muito antigos. Durante o período do Império Romano, comandado por Júlio César, surgiram as primeiras medidas visando melhorias no

trânsito, entre elas, a criação de mão única, estacionamentos e proibição de tráfego de veículos em certas horas do dia.

Hoje, os enfoques apresentados pelos vários autores sobre os problemas de transportes são bastante contraditórios, de acordo com Gomes Filho (2004). Em um extremo, existe o ponto de vista sociológico apresentado pelos sociólogos e restrito à contabilidade dos impactos sociais complementando as análises numéricas simples com a análise dos padrões de viagem em função de condições sociais, políticas, econômicas e institucionais; e na outra extremidade, há os aspectos técnicos e econômicos, proporcionado pelos engenheiros e limitado a cálculos gerais sobre quantidades e custos.

Deste modo, contemplando o enfoque técnico, e com base na definição de serviço dada por Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005, p. 30), em que “um serviço é uma experiência perecível, intangível, desenvolvida para um consumidor que desempenha o papel de coprodutor”, pode-se classificar o STP como serviço de infraestrutura. Sendo assim, para demonstrar que os problemas gerenciais são similares entre os diversos setores de serviço e com base na matriz de processos desenvolvida por Roger Schmenner, citado por Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), os quais qualificam STP como serviços de trabalho intenso. São assim classificados, porque seus custos de trabalho são altos em relação às suas necessidades de capital, e o grau de interação do cliente e de customização é baixo devido à pequena interação necessária, pois o serviço é padronizado. Nestas condições, clientes de serviço de massa receberão um serviço não diferenciado em um ambiente de trabalho intenso.

Após tal classificação é conveniente explicar sobre a definição de transporte que, segundo Parra (2006), é o deslocamento de pessoas e produtos. Quando o deslocamento tem lugar nas cidades, se denomina transporte urbano. Conseqüentemente, “quanto maior a cidade, maiores o número e a distância das viagens. Além do uso do automóvel como meio de deslocamento, há necessidade de maiores investimentos em tecnologias e em infraestrutura” (DUTRA, 2004, p. 25). Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), afirmam que os gerentes de serviço têm dificuldades para identificar seus produtos. Esse problema se deve à natureza intangível dos serviços. Porém, o autor completa que em um ambiente de serviços, o processo é o produto, ou seja, neste caso, o produto é o transporte, na configuração de deslocamento.

Em vista do exposto, “o caráter perecível relativo ao tempo da capacidade do serviço cria um desafio para os gerentes de serviços, porque não têm a opção de produzir e estocar para uma venda futura” (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005, p. 75), neste caso, a gestão da demanda e/ou da capacidade pode ser favorável ao sistema.

Além dessa identificação, é importante também analisar a influencia do transporte sobre a estrutura urbana. Assim, as características típicas de uma cidade de médio porte, como, por exemplo, a cidade de Petrolina segundo Silva e Ferraz, citados por Maha (1997) são:

- População urbana entre 80 e 460 mil habitantes;
- Concentração de atividades atrativas e geradoras de emprego no centro da cidade;
- Existência de vazios urbanos;

Por sua vez os transportes dessas cidades apresentam-se com:

- Predominância de deslocamentos a pé sobre outras modalidades de transporte;
- Predominância de linhas radiais e diametrais;
- Existência de três principais picos de demanda (início da manhã, meio-dia e fim da tarde);

Com base nos conceitos apresentados anteriormente, Ferraz & Torres, citados por Parra (2006) esclarecem que a gestão do Sistema de Transporte Público por Ônibus – STPO se refere a quatro funções, que são:

- **Regulamentação:** relacionada com as normas legais para o bom funcionamento do sistema de transporte público por ônibus.
- **Administração:** engloba a gestão do STPO e institui condições básicas para o seu funcionamento.
- **Programação da Operação:** especificam as variáveis necessárias para o funcionamento do transporte, como o modo, o esquema operacional, os equipamentos a utilizar e os horários de funcionamento.
- **Fiscalização:** garante o cumprimento dos padrões de qualidade instituídos pela regulamentação e administração.

A regulamentação e fiscalização deste tipo de transporte de passageiros são realizadas por uma determinada esfera do governo. O transporte urbano, por

exemplo, caracterizado pelo transporte dentro da cidade, é de responsabilidade do governo municipal, já o transporte intermunicipal, ligando municípios de um mesmo estado, é de responsabilidade do governo estadual. É necessário ao poder público estar atento às modificações nas atividades urbanas, dando respostas cada vez mais rápidas aos seus usuários, caracterizando um modelo de gerenciamento que possibilite o monitoramento das atividades e controle das operações, garantindo qualidade ao transporte (LACERDA, 2007).

Para orientar o planejamento do transporte público, foi sancionada a política de desenvolvimento do município de Petrolina, regulada de acordo com o Plano Diretor, que fixa importantes princípios básicos norteadores das ações públicas. A lei nº 1.875, de 14 de novembro de 2006, estabelece além de um conjunto de diretrizes voltadas ao desenvolvimento da cidade em seu artigo 27 do segundo capítulo do título III, define as diretrizes prioritárias para as ações e investimentos relativos ao sistema de mobilidade na área urbana:

- I - Implementar um sistema integrado de transporte coletivo;
- II - Ampliar o número de empresas municipais e estaduais de transporte e respectiva frota;
- III - Melhorar a sinalização e as condições das vias urbanas e rurais;
- IV - Legalizar e fiscalizar os transportes alternativos;
- V - Ampliar e estruturar a frota para transporte escolar;
- VI - Garantir o atendimento do transporte coletivo para todos os empreendimentos públicos e privados;
- VII - Ampliar a rede de ciclovias nas principais vias urbanas e nas saídas da cidade para a área rural (ribeirinha, irrigada e de sequeiro);
- VIII - Garantir que, nos projetos para construção de novos empreendimentos de loteamentos privados e públicos, em áreas vizinhas ou muito próximas às rodovias Federais e Estaduais, constem e sejam devidamente executadas as sinalizações, a posteação e iluminação dos acessos, assim como implementar o acesso de transporte coletivo;
- IX - Garantir, aos conselheiros do Conselho Municipal da Cidade, acesso aos cálculos tarifários do sistema de transporte público, de forma clara e objetiva;
- X - Criar incentivo para a utilização de ônibus movidos a gás ou outros sistemas menos poluentes.

Neste sentido, o plano diretor dá garantias de acessibilidade à população, através do acesso ao transporte coletivo, inclusive nos novos loteamentos. E para auxiliar nas estratégias governamentais Valle Real e Balassiano citados por Dutra (2004) expõem alguns meios para incentivar a utilização de modos de transporte não motorizados (bicicleta e caminhada), os quais são:

- Desenvolvimento e planejamento de um sistema público de transporte de passageiros;
- Desenvolvimento e implementação de sistemas de gerenciamento de tráfego;
- Criação de facilidades para o uso do transporte não motorizado;
- Elaboração de políticas de planejamento de uso do solo, e;
- A adoção de políticas voltadas ao gerenciamento da mobilidade.

2.2.1. Tipos de Linhas nas Áreas Urbanas

Existem diferentes tipos de distribuição espacial das linhas de ônibus urbanos, das quais se destacam as radiais, as diametrais, tangenciais e circulares, conforme ilustra a Figura 2. Características estas, determinadas em função do atendimento prestado, itinerário ou comportamento da demanda (MAHA, 1997).

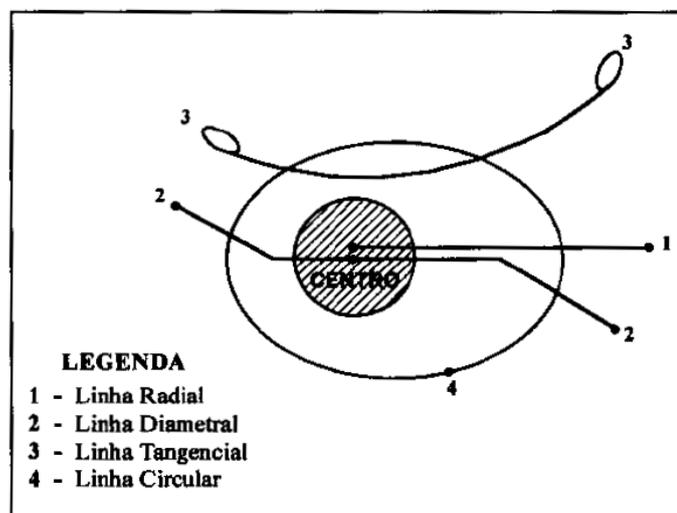


Figura 2: Tipos de Linhas nas Áreas Urbanas.
Fonte: Neto citado por Maha (1997).

1. *Linhas Radiais*: O centro da cidade é considerado o principal polo de atração. Portanto, realiza ligação dos bairros periféricos com o centro da cidade, o que implica num congestionamento nas vias centrais;
2. *Linhas diametrais*: Também chamada de intersetorial, justifica-se pelo surgimento de outros polos de atração de demanda fora da cidade, realiza ligação entre bairros diametralmente opostos. A rentabilidade econômica para o operador é aceitável devido ao elevado nível de renovação de passageiros ao longo do percurso;
3. *Linhas Tangenciais*: Também chamadas de perimetrais, não passam pelo centro, reduzindo o número de ônibus na área central;
4. *Linhas Circulares*: Realiza um trajeto contínuo seguindo um percurso circular e operando em duplas uma complementando a outra, podendo passar pelo centro ou não.

2.2.2. Pontos de Parada

Os pontos de parada são locais destinados ao acesso à rede de transporte, a fim de realizarem as operações de embarque e desembarque. Essas instalações, geralmente, são providas de equipamentos e facilidades como abrigo, iluminação própria, sinalização, banco, lixeira e informações operacionais sobre os serviços disponibilizados na rede de transporte (RIOS, 2007).

Dando maior constituição, Andrade et al., citados por Silveira (2006, p. 29) lembram que “os pontos de parada exercem influências no desempenho global dos itinerários, refletindo no tempo de percurso, na velocidade média e, conseqüentemente, nos custos da operação”. Além disso, em áreas comerciais devem ser localizados mais espaçadamente que nas áreas residenciais, pois proporciona maior fluidez, apesar de nestas áreas haver uma maior concentração de pessoas e viagens (RIOS, 2007).

Desta forma, devem ser levados em consideração quatro elementos de influencia no sistema:

- Tempo de espera no ponto de parada;
- Velocidade média dos veículos;
- Distância média entre pontos de parada;
- Acessibilidade.

A proximidade dos terminais e dos pontos de embarque e desembarque de passageiros são fatores influenciadores do nível de acessibilidade à rede de transporte público, juntamente com a distribuição das linhas na rede, o tipo de veículos utilizado, a integração física do serviço (acessibilidade locacional) e a frequência do serviço (acessibilidade temporal) (VASCONCELLOS citado por RIOS, 2007).

A distância entre paradas relaciona-se diretamente com a velocidade operacional dos veículos de transporte público, pois quanto maior a distância maior a velocidade desenvolvida. Entretanto, esse aspecto deve ser ponderado com a acessibilidade em termos de distância de caminhada do usuário. Esta faixa de distância entre as paradas, para ônibus urbano, segundo Ferraz e Torres, citado por Rios (2007) situa-se entre 200 e 600 metros.

2.2.3. Terminais

Segundo Ferreira (2006), um significado da palavra terminal é ponto onde terminam ou para onde convergem os ramais ou linhas de uma rede. Podem ser rodoviários, marítimos, ferroviários e aéreos. O terminal rodoviário também é chamado de estação rodoviária ou simplesmente rodoviária.

Para complementar, Rios (2007), expõe que os terminais são os elementos onde há o desembarque e embarque de passageiros e cargas (aeroportos, portos, terminais de ônibus, etc.) Ou seja, fazem a inserção e retirada dos objetos/pessoas do sistema. Têm a função de transferência de um modo de transporte para outro e no caso do mesmo modo, de um veículo para outro. Essas características também podem ser encontradas nos pontos de parada dos ônibus.

2.3. Logística de Transporte

De acordo com Goebel (1996), a logística foi utilizada na área militar de modo a combinar de forma mais eficiente, quanto, a tempo e custo, e com os recursos disponíveis realizar o deslocamento das tropas, e supri-las durante o trajeto.

Dando maior esclarecimento, Bowersox e Closs (2007), definem logística de forma abrangente quando expõe que seu objetivo é atingir um nível desejado de serviço ao cliente pelo menor custo total possível. Desta forma, a logística é uma área que também se preocupa com o nível de serviço ao consumidor, neste sentido, o autor completa que o interesse da logística não está relacionado com a redução dos custos, mas sim, em como as empresas se utilizam deste instrumento para obterem vantagem competitiva.

Desta forma, para obter vantagem competitiva, Monteiro e Bezerra (2003), defendem que a empresa deve relacionar-se com o cliente interagindo de forma eficiente com a cadeia produtiva para conquistar o objetivo final. Neste sistema, o transporte é uma das principais funções logísticas, onde muitas empresas vislumbram, e mais especificamente na função transporte, uma forma de obter diferencial competitivo (FLEURY et al., 2000).

De acordo com Runsselaer, citado por Carrara (2007), o final do século 20 e o início do século 21 é um período de profundas e revolucionárias transformações na área de tecnologia computacional e sistemas de produção. Essas tendências e a internet têm tornado possível mudanças profundas nas transações econômicas.

Porém, ao tratar sobre custos de transportes para Bowersox e Closs (2007, p.303):

a economia e a formação de preço de transporte dependem dos fatores e das características que influenciam custos e taxas. Para desenvolver uma estratégia logística eficaz, e negociar com sucesso contratos de transporte, é necessário compreender os aspectos econômicos da atividade.

Contudo, é oportuno ressaltar que “o encontro de serviço é descrito como um triângulo formado pela interação dos interesses dos clientes, da organização de serviços e do pessoal da linha de frente, e esta tríade sugere possíveis conflitos” (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005, p. 116).

Diante destes conflitos, para proporcionar aos clientes um serviço superior, os líderes das grandes empresas utilizam sistemas de informação capazes de monitorar seu desempenho logístico em tempo real, o que lhe possibilita identificar possíveis falhas operacionais e adotar providências corretivas antes da ocorrência de falhas no serviço aos clientes (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

No entanto, a prestação de serviço ao cliente também requer a sua recuperação que “inclui tanto o tratamento das reclamações, como as medidas tomadas para mostrar ao cliente que a empresa está comprometida em que os erros não mais aconteceram e que deseja mantê-lo como cliente no futuro” (FLEURY et al., 2000, p. 199).

2.4. Sistema de Informações Geográficas – SIG

O SIG é atualmente a melhor ferramenta para solucionar problemas de organização de dados em modelos espaciais, tornando-se um elemento chave para aprimorar o gerenciamento dos sistemas de transportes existentes (ROSE, 2001).

Visando maior compreensão dos conceitos aqui descritos, uma distinção entre informação e dados é de grande importância para o entendimento do funcionamento do SIG, desta forma Laudon e Laudon (2004, p. 07), apontam que, termos como:

informação quer dizer dados apresentados em uma forma significativa e útil para os seres humanos. Dados, ao contrário, são correntes de fatos brutos que representam eventos que estão ocorrendo nas organizações ou no ambiente físico, antes de terem sido organizados e arranjados de uma forma que as pessoas possam entendê-los e usá-los.

Neste sentido esta separação torna a declaração de Bowersox e Closs (2007, p. 21), esclarecedora quando este afirma que o “impacto da nova tecnologia de comunicação gerou um aumento na disponibilidade de informações em tempo hábil, relativas a quase todos os aspectos do desempenho logístico”. Como o fluxo de informação é um elemento de grande importância nas operações logística, “a transferência e o gerenciamento eletrônico de informações proporcionam uma oportunidade de reduzir os custos logísticos mediante sua melhor coordenação” (FLEURY et al., 2000, p. 286), o que conseqüentemente irá refletir no serviço prestado ao cliente.

Nas cidades e na zona rural existe uma série de serviços envolvendo localização e roteamento (transportes). À medida que a população cresce a

demanda por serviços de transportes e localização como, hospitais, restaurantes e hotéis, também cresce (NARCISO et al., 2002). Alguns Sistemas de Informação procuram resolver estes problemas, de forma a minimizar custos, distâncias e tempo.

Esses esclarecimentos sobre os SIG requerem uma definição do mesmo, com efeito, Santos (2004, p.14), apresenta que a empresa norte-americana *Environmental Systems Research Institute Inc.*- ESRI define SIG como sendo uma “coleta de hardware, software, dados geográficos e pessoal, com o propósito de capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e visualizar informações”. Porém, com uma visão mais específica e clara, Laudon e Laudon (2004, p. 367), descrevem que:

Um SIG constitui uma categoria especial de Sistema de Apoio à Decisão – SAD [...] e pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização. Além de dar suporte à tomada de decisões, à coordenação e ao controle, esses sistemas também auxiliam aos gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos.

Estes sistemas contêm informações sobre pessoas, locais e coisas significativas para a organização ou para o ambiente que a cerca (LAUDON; LAUDON, 2004), e podem abranger toda uma cadeia de suprimentos, e todos os agentes envolvidos.

Ao vislumbrarem a aplicabilidade do SIG em um sistema de transporte Loureiro e Ralston, citados por Lemes (2005), o distinguem como uma ferramenta no planejamento, operação e análise, à qual podem integrar suas funções básicas às rotinas específicas de logística, pesquisa operacional e transportes em geral, onde, o seu uso permite determinar a rota de menor impedância entre nós, resolver problemas convencionais de roteamento e programação de veículos, localização de instalações, alocação de recursos em redes e alocação de demanda.

Já ao abordar sobre geoprocessamento, Santos (2002), expõe que o advento da informática e o crescente emprego de seus recursos na pesquisa geográfica oportunizaram o surgimento do *Spatial Data Handling* (Manuseio de Dados Espaciais) ou *Geomatics* (Geomática ou Geoprocessamento).

Diante do exposto, convém diferenciar SIG e geoprocessamento, para tal é utilizada a explicação de Castro (2005, p. 01):

o SIG substantifica a noção de “Geoprocessamento”, já considerada clássica dentro da Geografia. Uma noção que significa muito mais do que o uso corrente dá a entender: uma técnica ingênua, caracterizada como o “processamento de dados” aplicado à Geografia. [...] é possível compreender o “Geoprocessamento” como, efetivamente, uma agenda, um programa, ou melhor dizendo, um processo “amplo, geral e irrestrito” de informatização da Geografia.

Câmara e Medeiros, citados por Lemes (2005), ainda podem complementar o assunto ao garantir que o termo geoprocessamento tem influenciado as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes e Planejamento Urbano e Regional.

Ao apresenta uma classificação dos Sistemas de Geoprocessamento em aplicativos, de informação e especialista, Rodrigues, citado por Santos (2002, p. 02), esclarece que o “estabelecimento destas classes não significa que estes sistemas tenham uma única classificação, pelo contrário, sistemas existentes atualmente têm, no mais das vezes, características múltiplas”, desta forma têm-se:

- **Sistemas aplicativos:** conjuntos de programas que realizam operações associadas a atividades de projeto, análise, avaliação, planejamento, etc., em áreas tais como Transportes, Mineração, Hidrologia, Urbanismo; são sistemas voltados à representação de entes de expressão espacial e a realização de operações sobre estas representações; visam à realização de um largo espectro de tarefas e podem ser agrupadas segundo classes de sistemas voltados à entrada de dados, à saída de dados e a realização de tarefas específicas; como por exemplo: projeto assistido por computador, mapeamento automatizado;
- **Sistemas de informações:** SIG, *stricto sensu*, denota software que desempenha as funções de coleta, tratamento e apresentação de informações sobre entes de expressão espacial e sobre o contínuo espacial. SIG, *lato sensu*, denota o software; o hardware; os procedimentos de entrada e saída dos dados; fluxos de dados de fornecedores para o sistema e deste para os consumidores; normas de codificação de dados; normas de operação;

pessoal técnico; etc., que desempenham as funções de coleta, tratamento e apresentação de informações.

- **Sistemas especialistas:** sistemas computacionais que empregam o conhecimento na solução de problemas que normalmente demandariam a inteligência humana; emulam o desempenho de um especialista atuando em uma dada área do conhecimento.

Um sistema CAD diferencia-se de um SIG no sentido de que tipicamente no sentido de que ele tem mais procedimentos desenvolvidos para criar e manipular objetos gráficos, mas não deduz e armazena informações sobre a relação entre os objetos (LEWIS citado por ROSE, 2001).

Os mapas são instrumentos de grande utilização em SIG, segundo Câmara e Medeiros, citados por Lemes (2005), existem duas grandes classes de representações numéricas de mapas:

1. **Representação Matricial:** nesta representação, o espaço é representado como uma matriz $P(m, n)$, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e, cada célula é individualmente acessada pelas suas coordenadas. Nesta representação, supõe-se que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula é associada a uma porção do terreno.
2. **Representação Vetorial:** nesta representação consideram-se três elementos gráficos: pontos (elementos pontuais), linhas (arcos) e áreas (polígonos). Os pontos, ou elementos pontuais, dizem respeito a qualquer entidade geográfica que pode ser perfeitamente posicionada por um único par de coordenadas (x, y) . Porém, outros dados não-espaciais (atributos) podem ser armazenados para indicar de que tipo de ponto está se tratando.

Portanto, a introdução de um novo sistema de informação envolve muito mais do que novos hardwares e softwares. Inclui também mudanças em atribuições, habilidades, gerenciamento e organização (LAUDON; LAUDON, 2004). Nesta perspectiva as pessoas que estarão envolvidas neste sistema devem ser consideradas como parte integrante de tal e, portanto, devem-se estabelecer meios para uma melhor adaptação.

Este pré-requisito também é levado em conta ao aplicar o sistema de informação na gestão pública, pois, o resultado do processo dependerá da capacitação de quem manipula os dados, assim, a este respeito Hansen (2008, p. 68), comenta que “a principal razão para implantação de um sistema SIG na gerência de administração municipal é a necessidade da organização das informações com qualidade, confiabilidade, facilidade de atualização e acessibilidade”. Conforme Carrara (2007), o processo de implantação de um SIG divide-se em três grandes fases: modelagem do mundo real, criação do banco de dados geográfico e a operação.

Há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG, as quais Lemes (2005), defende:

- como ferramenta para a produção de mapas;
- como suporte para a análise espacial de fenômenos;
- como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial.

A gestão pública pode utilizar-se de qualquer uma das três maneiras, já que, esta ferramenta, conforme Hansen (2008, p. 68), pode:

melhorar a qualidade da gestão de redes de infraestrutura (serviços de saneamento, sistema viário, transporte público e tráfego, resíduos sólidos, etc.) [...] e sua ausência aliado a falta de comunicação entre as secretarias do município, dificulta o planejamento urbano, pois os dados são coletados de forma individual em cada secretaria.

Mas, apesar de seu vasto uso no Brasil, Fleury et al. (2000), completam que os SIG ainda tem como limitante, na maioria das vezes, a escassez de bases de dados confiáveis e atualizadas, tanto em relação a dados espaciais (mapas digitalizados), quanto a dados demográficos e socioeconômicos.

2.4.1. Sistema de Informações Geográficas de Transporte – SIG-T

O SIG vem sendo largamente utilizado na Engenharia de Transportes, obtendo então a denominação de SIG-T. O campo de aplicação dos SIG-T é amplo,

na área de planejamento, como em operações de transporte (VIVIANI et al. e SILVA citados por SANTOS, 2004).

Segundo Simkowitz, citado por Silva (1998, p. 10), a proposta de um SIG-T é “combinar um SIG com modelos de transportes, no entanto, não pode se limitar a simples junção de programas, pois um SIG para transportes é quase como um novo produto, com características próprias”.

Rose (2001), afirma que vários autores já verificaram que, para que o SIG-T seja efetivamente implantado e corretamente utilizado, é necessária uma maior compreensão do que realmente seja um SIG e quais são suas potencialidades.

Sobre os instrumentos utilizados na utilização do SIG-T Lemes (2005, p. 41), destaca “as ferramentas de produção de mapas, de previsão de demanda, análise de redes e de roteirização apresentam-se eficazes, promovendo um trabalho com qualidade, de fácil atualização”.

Diante desses atributos, Silva (1998), complementa que sua utilidade tem várias aplicações, como: cadastro urbano, gerência de pavimentos, planejamento urbano, análise de impactos ambientais, análise de acidentes, planejamento operacional de qualquer modo de transporte e muitas outras.

Lopes Filho, citado por Lemes (2005), ainda apresenta algumas características que um SIG-T deve possuir:

- **Esquemas de representação de rede mais adaptados para aplicações em transportes.** Isto se faz necessário, pois o SIG inicialmente tratava apenas do gerenciamento de recursos naturais. Nesta área de recursos naturais o processamento de dados referentes a polígonos é mais importante que a representação de redes. Já esta última é uma das principais aplicações em transportes;
- **Capacidades analíticas específicas.** Modelos analíticos para a resolução de problemas de transportes, como a obtenção de caminhos mínimos, devem ser incorporados ao sistema para aumentar a sua aplicabilidade.

2.4.2. Software

- **ArcGIS**

O ArcGIS é um SIG fornecido pela ESRI, do qual Castro (2006), expõe que no site da ESRI, o ArcGIS é apresentado como um sistema incremental de software para criação, gestão, integração, análise e disseminação de dados geoespaciais, ao nível individual ou global de uma rede distribuída de pessoas.

Visualizando este sistema de uma forma geral, Santos (2004, p. 04), complementa que:

sob o nome ArcGIS Desktop são comercializados os sistemas ArcInfo, ArcEditor e ArcView, que compartilham um mesmo núcleo e um número de funções que varia da versão mais completa (ArcInfo) até a mais simples. Mas cada um deles é composto por três aplicativos diferentes: o ArcMap (semelhante ao ArcView 3.x), o ArcCatalog (semelhante a um *Windows Explorer* para dados espaciais) e o ArcToolbox (conjunto de ferramentas de conversão de dados).

Castro (2006, p. 01), ainda aponta que “as três versões utilizam o ArcCatalog, o ArcMap e o ArcToolbox como interface básica, e compartilham as mesmas extensões, como por exemplo o *Spatial Analyst*, o *3D Analyst*, e o *GeoStatistical Analyst*”.

“No ArcGIS também é possível gerar *layers* para os mais diversos tipos de dados: *shapefiles*, *coverages*, arquivos CAD, *rasters* variados e redes triangulares, tabelas de bases de dados” (SANTOS, 2003, p. 05).

3. METODOLOGIA

A metodologia a ser apresentada tem por objetivo descrever procedimentos a serem seguidos para definição do nível de acessibilidade locacional dos pontos de paradas de ônibus urbano da cidade de Petrolina, considerando-os como elementos de um subsistema do STP, onde, cada ponto tem, como função, melhorar a qualidade do deslocamento do usuário do sistema.

A organização do presente capítulo constitui-se de quatro etapas básicas. A primeira trata da definição do tipo de pesquisa, enquanto que a segunda destina-se à delimitação do campo de atuação. A terceira etapa descreve os processos para coleta de dados e a quarta diz respeito à análise de dados. Essas duas últimas etapas são muito importantes, pois nelas são gerados dados capazes de contribuir para o diagnóstico do sistema.

3.1. Tipo da Pesquisa

Segundo Vergara (1997), existem várias classificações de tipos de pesquisa. Quanto aos seus objetivos, este trabalho enquadra-se como pesquisa aplicada, pois está motivada pela necessidade de resolver problemas concretos da gestão do transporte coletivo tendo, portanto, finalidade prática.

Quanto aos meios de investigação, ou seja, os procedimentos técnicos utilizados, de acordo com Vergara (1997), a pesquisa desdobra-se em:

- *Pesquisa de Laboratório*: a experiência também se utiliza de simulações em computador com o auxílio de *software*;
- *Pesquisa Documental*: investigação feita em documentos conservados no interior de órgãos públicos e privados de qualquer natureza e em comunicações informais com pessoas ou informações em computador;
- *Pesquisa Bibliográfica*: estudo desenvolvido com base em material de publicações, revistas, jornais, livros, redes eletrônicas e material cartográfico, isto é material acessível ao público em geral;

- *Estudo de Caso:* circunscrito a um órgão público, uma comunidade, uma cidade. Especificamente neste trabalho, o estudo de caso foi realizado para o STP da cidade de Petrolina-PE.

3.2. Campo de Atuação

O município de Petrolina está localizado na mesorregião do São Francisco e na Microrregião Petrolina do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Dormentes, a sul com Estado da Bahia, a leste com Lagoa Grande, e a oeste com Estado da Bahia e Afrânio, conforme Figura 3. Sua área municipal ocupa 4737,1 km² e representa 4.81 % do Estado de Pernambuco (CPRM, 2005).



Figura 3: Localização de Petrolina.
Fonte: Wikipédia (2010).

O comércio de Petrolina é bastante diversificado e descentralizado. Por ser uma cidade-tronco, seu comércio abastece inúmeras cidades vizinhas, o que a torna um importante centro atacadista de alimentos, medicamentos e vestuário. Os bairros contam com estruturas de comércio, levando aos seus moradores a comodidade de não ter que deslocar-se ao centro.

Com isto, este trabalho teve seu campo de atuação restringido ao setor de serviço e gestão pública, por tratar do STC por ônibus na cidade de Petrolina – PE, através das empresas particulares de transporte de ônibus e da Prefeitura Municipal desta cidade.

Segundo a classificação das áreas relacionadas à Engenharia de Produção da Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, o projeto apoia-se em três das dez grandes áreas: a primeira é a de logística, ao abranger técnicas para o tratamento das principais questões envolvendo o transporte, a redução de custos, a garantia da disponibilidade de produto (serviço), bem como o atendimento dos níveis de exigências dos clientes, a segunda é a da pesquisa operacional, pois realiza resolução de problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, utilizando modelagem, simulação e otimização e a terceira área diz respeito à engenharia organizacional ao compreender um conjunto de conhecimentos relacionados à gestão das organizações, englobando os sistemas de informação e sua gestão (ABEPRO, 2003).

3.3. Coleta de dados

O levantamento dos dados foi iniciado através de visitas às instituições relacionadas. Entre os dados coletados está a malha viária, em formato “dwg” (formato de arquivo utilizado pelo AutoCAD) - ver Figura 4 - disponibilizada pela Secretaria de Obras da cidade contendo a delimitação das quadras. Também foi fornecido pela Empresa Petrolinense de Trânsito e Transporte Coletivo - EPTTC os arquivos dos itinerários obtidos em tabelas de planilhas eletrônicas, conforme exemplo da Tabela 3.



Figura 4: Malha viária de Petrolina.
Fonte: Secretaria de Obras do Município de Petrolina.

Tabela 3. Itinerário da linha de ônibus do bairro Areia Branca.

EPTTC
PESQUISA DE ORIGEM E DESTINO

LINHA		AREIA BRANCA	CÓD.	200	DATA:	
PESQUISADOR		DIA		NÚM. DO TALÃO	A	
CARRO		CONTROL. Cit.		CATRACA		
				INÍCIO	PTO. RETORNO	FIM
PARADA		DISCRIMINAÇÃO		NUMERAÇÃO		
				INÍCIO	TÉRMINO	HORA
1	VIA	AV. DOM VITAL				
	LD.	TERMINAL				
	LE.					
2	VIA	AV. DOM VITAL				
	LD.	BRADESCO				
	LE.	ÓTICA VISUAL				
3	VIA	AV. GUARARAPES				
	LD.	BANCO ITAÚ ÁPOS A PREFEITURA				
	LE.	COLÉGIO MARIA AUXILIADORA				

Fonte: EPTTC

Basicamente, os dados utilizados neste trabalho são de natureza geográfica e alfanumérica. Os dados geográficos consistem do mapa da cidade em “dwg” e visualização de imagens de satélite dos locais desejados através do *Google maps* (sistema de visualização de mapas via internet da empresa *Google*). Já os dados

alfanuméricos constituíram-se de informações de caráter qualitativo e quantitativo, como dados demográficos, linhas dos ônibus, itinerário das linhas, empresas, sentido do tráfego referente aos dados geográficos e demanda por transporte, obtidos, na Empresa Petrolinense de Trânsito e Transporte Coletivo - EPTTC, Sindicato das Empresas de Transportes do Vale do São Francisco - SETRANVASF, IBGE, além de dados de trabalhos publicados.

3.3.1. Identificação das Linhas de ônibus

A partir dos dados coletados na EPTTC verificou-se que as concessionárias que prestam serviço de transporte coletivo por ônibus na área urbana de Petrolina são:

- Empresa Menina Morena Transporte LTDA;
- Empresa Joalina Transportes;
- Transportes Vale do Sol Botucatu LTDA.

A identificação das linhas de ônibus foi possível graças às informações cedidas pela EPTTC, como os itinerários das linhas, as quais podem ser observadas na Tabela 4.

Tabela 4. Identificação das linhas de ônibus.

NÚMERO	EMPRESAS	LINHA	BAIRRO
1	Joalina	197	Pedra Linda via Antônio Cassimiro
2	Joalina	198	Henrique Leite via Carneiro
3	Joalina	200	Areia Branca
4	Joalina	201	Vila marcela Lot. Recife
5	Joalina	202	Integração
6	Joalina	204	Dom Avelar
7	Menina Morena/Vale do Sol	205	Cohab Massangano
8	Menina Morena/Vale do Sol	206	Cosme e Damião,
9	Menina Morena/Vale do Sol	207	São Gonçalo
10	Menina Morena/Vale do Sol	208	Jardim Amazonas
11	Menina Morena/Vale do Sol	209	João de Deus
12	Menina Morena/Vale do Sol	212	Cohab VI / Rio Corrente
13	Menina Morena/Joalina	219	Circular

Fonte: EPTTC

3.4. Análise de Dados

Finalmente, processa-se a análise da acessibilidade locacional através da geração de mapas temáticos com o nível de acessibilidade do usuário, utilizando o SIG. Para o trabalho em questão, foi necessário digitalizar os eixos das ruas alocando os dados já existentes sobre a malha urbana de Petrolina.

O objetivo principal da realização desta etapa foi avaliar o grau de acessibilidade locacional, o qual é processado através de programas computacionais, onde o produto resultante pode ser visualizado na forma de mapas temáticos de cores e valores com o nível de acessibilidade locacional do usuário.

3.4.1. A elaboração da base de dados em SIG

A base de dados da cidade foi construída em um Sistema de Informações Geográficas, denominado ArcGIS, versão 9.3. A base é composta por eixos de ruas (Figura 5), quadras, nomes de ruas, trajetos de linhas de ônibus e sentido de tráfego. O primeiro passo na elaboração da base de dados georrefenciada foi a captura de um mapa urbano de Petrolina, obtido na Secretaria de Obras da cidade.

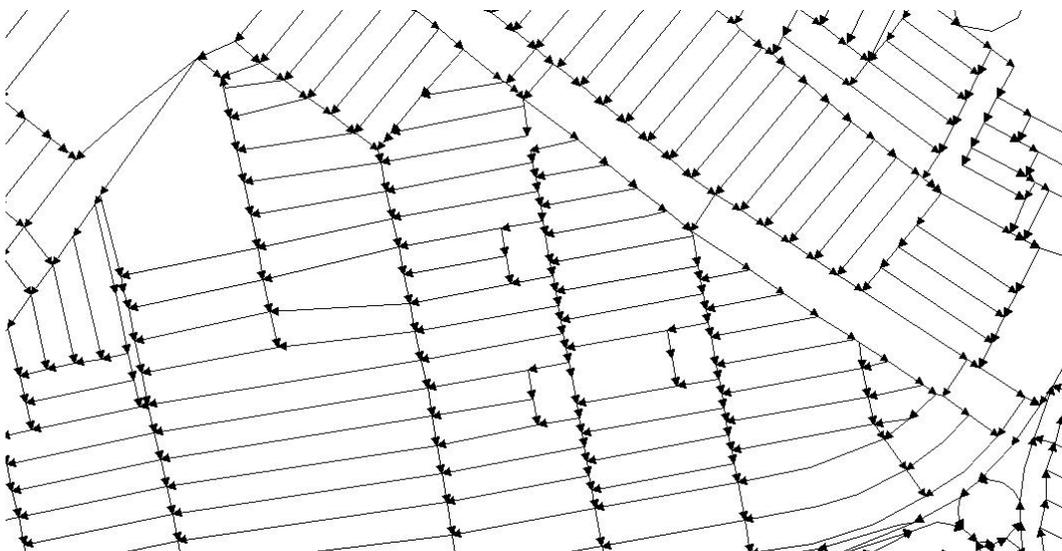


Figura 5: Eixos das ruas digitalizados no ArcGIS.

Para se realizar o levantamento das linhas de ônibus da cidade em análise, fez-se necessário uma série de procedimentos que se inicia com a identificação das empresas operadoras do transporte coletivo urbano da cidade, procedendo-se com a identificação das linhas de ônibus das empresas e de seus itinerários, os quais foram feitos com o auxílio de um receptor de GPS modelo *eTrex Venture* da Garmin.

3.4.2. Itinerários

Com o auxílio de um receptor de GPS, apoiado nos sinais de satélite para fornecer a orientação, foram marcadas todas as rotas listadas anteriormente e seus respectivos pontos de paradas. Um exemplo encontra-se ilustrado na Figura 6, a qual mostra as trilhas e *waypoints* do bairro Areia Branca. Para isso, foi necessário que a unidade estivesse ao ar livre, onde a antena embutida tenha uma clara visão do céu. A transferência dos *waypoints*, trilhas e dados do mapa para o computador foi feita pelo *software GPS TrackMaker* conectado ao receptor de GPS através de um cabo de interface ligado à uma porta serial. A Figura 7 mostra todas as trilhas e *waypoints* coletados dos bairros urbanos.

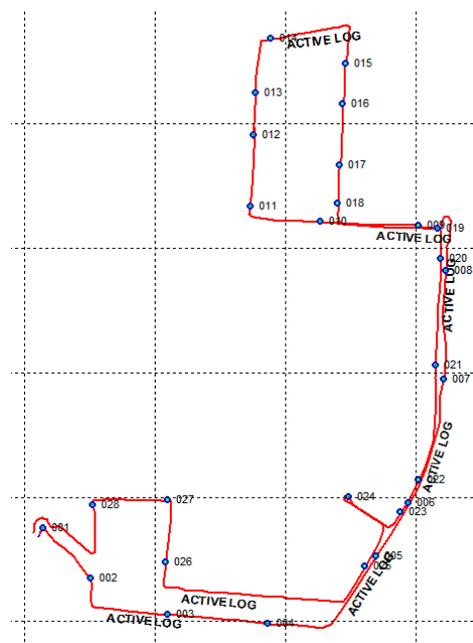


Figura 6: Trilhas e waypoints do bairro Areia Branca.

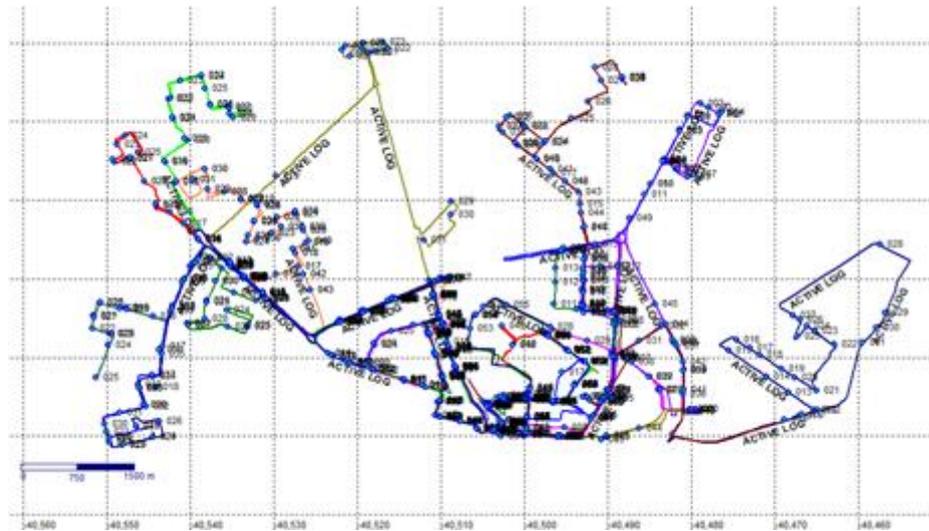


Figura 7: Waypoints e trilhas das linhas de ônibus urbano de Petrolina.

3.4.3. Observações sobre os trabalhos de campo

Durante o levantamento de dados em campo, ocorreram alguns fatos que merecem nota, pois interferiram diretamente nos dados obtidos e mereceram tratamento diferenciado. Chama-se atenção para estes pontos com o objetivo de identificar possíveis problemas que podem ocorrer neste tipo de levantamento de informações. Têm-se então as principais ocorrências:

- No centro comercial da cidade, os percursos de todas as linhas que passavam entre a COMPESA e a área militar, necessitaram ser alterados, devido à interdição neste trecho, desta forma, mais extensas.
- Verificou-se na linha da Vila Marcela/ Loteamento Recife a ausência de alguns pontos de paradas em relação à pesquisa de origem destino obtida na EPTTC.
- O trajeto das linhas Loteamento Recife / Vila Marcela e Cohab VI / Rio Corrente foi alterado pelo motorista da empresa concessionária, e sem aviso prévio aos passageiros, para diminuir o percurso sob a alegação de não haver passageiros para desembarque.
- Os pontos dos bairros Dom Avelar, João de Deus, Henrique Leite e do São Gonçalo tem pouca sinalização dificultando a visualização dos pontos. Porém, no bairro Cosme e Damião os pontos são bem

sinalizados e correspondem ao itinerário. Esta discrepância entre pontos com e sem sinalizações acontecem inclusive no centro da cidade, conforme pode ser verificado na Figura 8, onde se tem exemplos de pontos providos de equipamentos e facilidades como abrigo, iluminação própria e banco, enquanto em outros já não há esta disponibilidade.

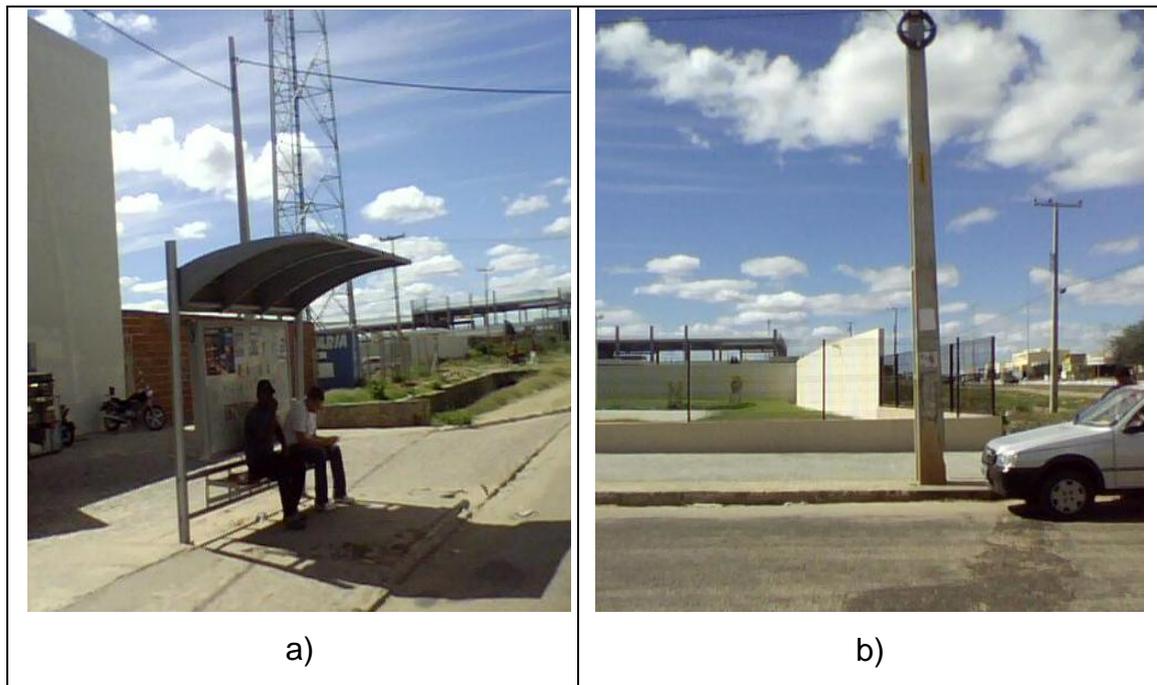


Figura 8: Facilidades dos pontos de parada. a) Ponto de parada de ônibus no centro da cidade com abrigo. b) Ponto de parada da linha circular no centro da cidade sem sinalização.

- No bairro Pedra Linda foi possível identificar todos os pontos, pois havia placas de sinalização, porém, no retorno (bairro Antônio Cassimiro), houve grande dificuldade para identificar os pontos, devido à ausência de sinalização.
- As linhas Integração e Areia Branca são pouco frequentes, sendo realizada somente em horário de pico, pois seu trecho é feito por outras linhas. Nesta última, o itinerário foi feito no micro-ônibus, onde, o motorista também é o cobrador.

As observações da pesquisa de campo pertinentes ao trajeto das linhas podem ser observadas integralmente no Apêndice - A.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O arquivo de eixo de vias da cidade foi usado para a criação de uma rede, estrutura necessária para alocação das linhas de ônibus. Para tal, utilizou-se a ferramenta *network analyst*, do ArcGIS 9.3.

Um mapa temático gerado com o auxílio da ferramenta *Multiple Ring Buffet* é mostrado na Figura 9. Esta imagem apresenta os *buffers*, que são regiões ou áreas de proximidade ou influência, os quais foram levantados em cinco classes (100, 200, 300, 400 e 500 metros). Pode-se observar que, quanto mais próximos os pontos estão do centro da cidade, maior sua concentração, isto se deve à grande movimentação de pessoas nesta área. Em uma primeira indicação de acessibilidade podemos observar também algumas áreas sem indicação de pontos, porém, isto não significa que não há acessibilidade, pode apenas indicar áreas desocupadas, como é o caso da margem superior do município. No entanto, é evidente a observação de áreas ocupadas, mas não cobertas pelos pontos de parada, como por exemplo, a Vila Eulália, a área noroeste do bairro José e Maria, Vila das Esmeraldas, área norte do Cosme e Damião, Vila Manuela e Vila Rica, Jardim José Nunes, Alto Grande, Santa Rita, Jardim Maravilha e Jardim América, onde, através do *Google earth* verificou-se indício de habitação, conforme indicado na Figura 10. Portanto, pode ser necessário incorporar pontos de paradas nestes locais.

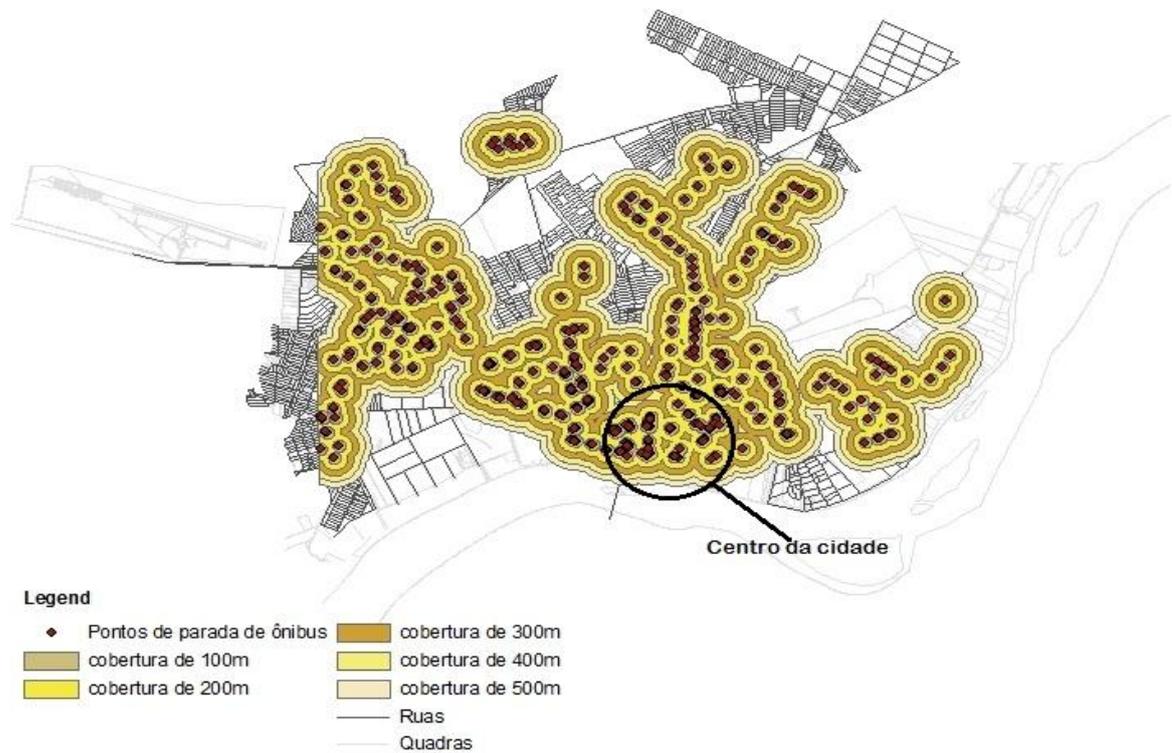


Figura 9: Buffers dos pontos de paradas de ônibus da cidade de Petrolina.

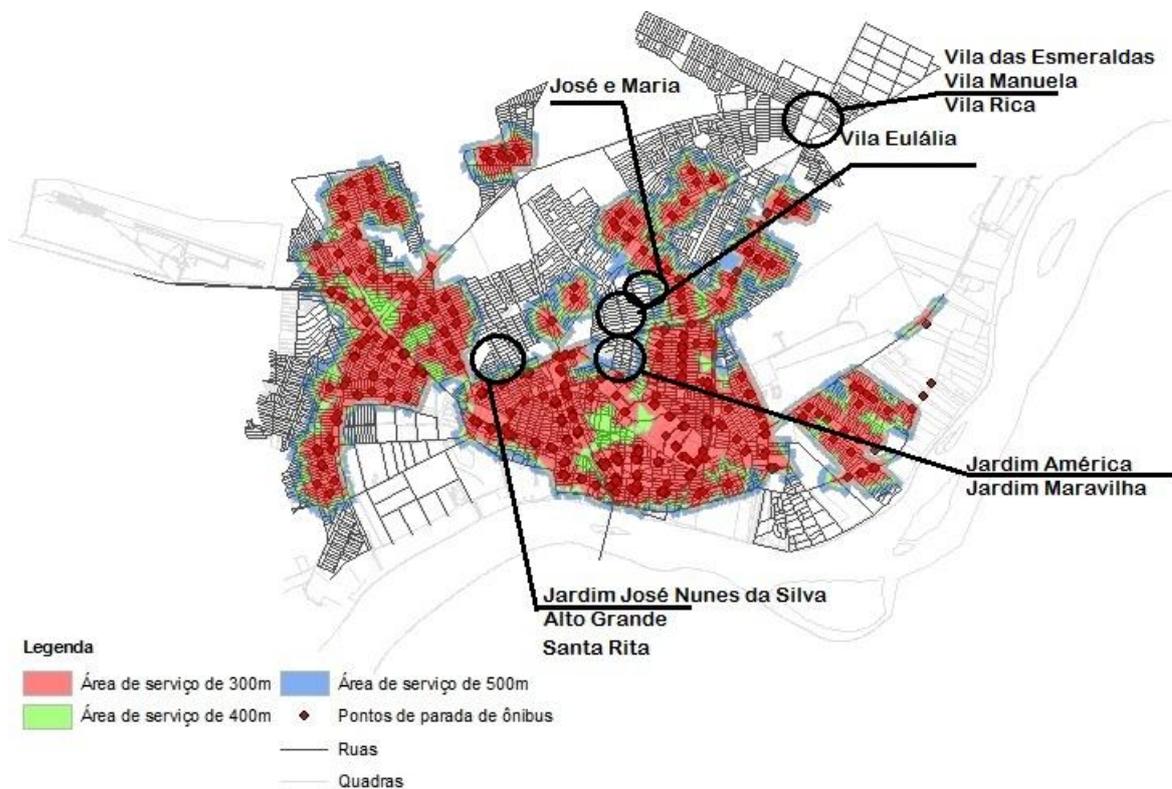


Figura 10: Indicação dos locais habitados sem acessibilidade dos pontos de paradas de ônibus da cidade de Petrolina.

A partir da visualização no Sistema de Informações Geográficas conjuntamente com o *Google Earth* (Figura 11) foi possível identificar quais eram os bairros sujeitos a um nível de acessibilidade baixa, ou seja, quais eram as áreas menos densamente ocupadas por pontos de paradas que, desta forma, estão afetando a acessibilidade.



Figura 11: Vista superior da cidade de Petrolina.

Fonte: *Google Earth*.

A utilização do recurso *Network Analyst* do *ArcMap* que permite, além de outras análises, definir áreas de serviço, ou seja, estabelecer a área de abrangência de cada ponto de parada, possibilitou também avaliar a acessibilidade para raios de 300, 400 e 500m. Este exame considera tais raios como o percurso real que o usuário realiza até o ponto. Portanto, tal julgamento nos leva a crer numa maior confiabilidade em relação à análise feita com base nos *buffers*, pois, estes não levam em consideração o percurso feito pelo usuário, superestimando sua acessibilidade. Uma amarração desses dois métodos é observada nas Figuras 12 e 13 onde é constatada uma maior abrangência dos *buffers* em relação às áreas de serviço.

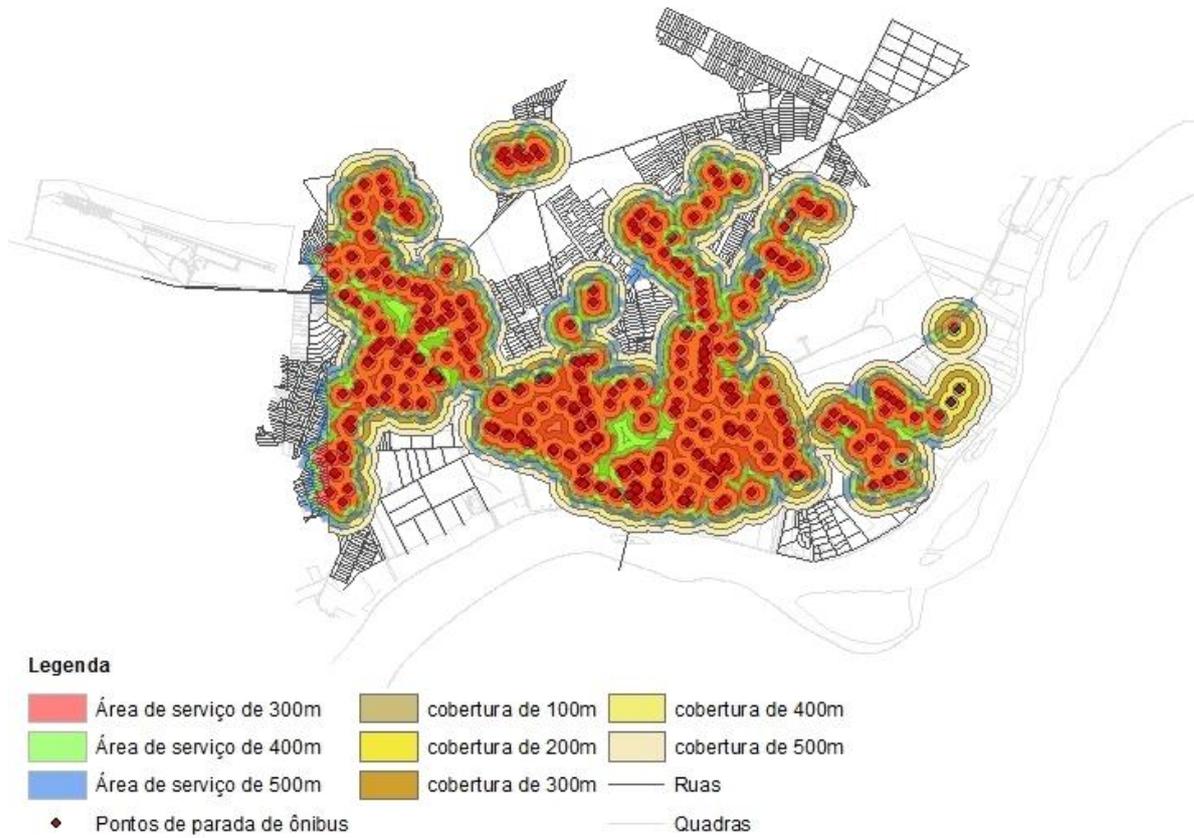


Figura 12: *Buffers* e áreas de serviço dos pontos de paradas de ônibus da cidade de Petrolina.

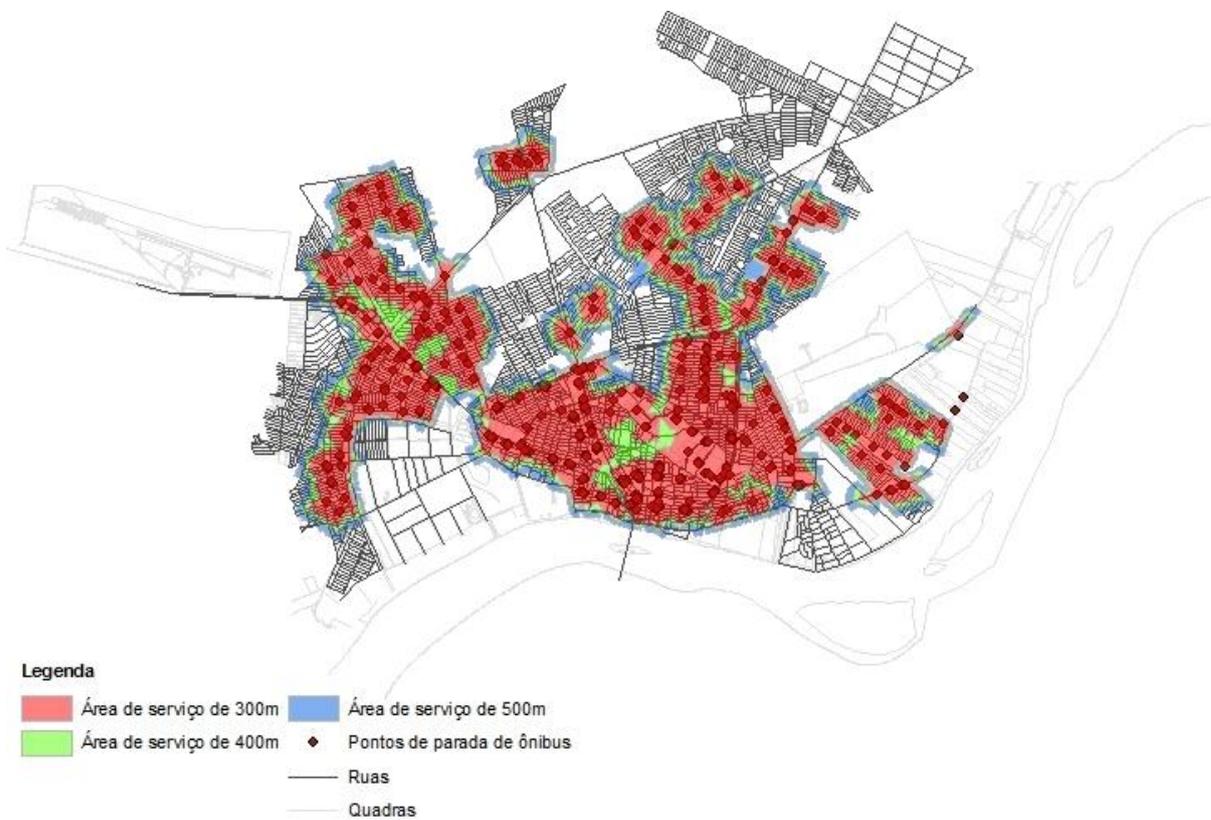


Figura 13: Áreas de serviço dos pontos de paradas de ônibus da cidade de Petrolina.

As áreas em vermelho, verde e azul representam, respectivamente, áreas de cobertura de 300, 400 e 500m, as quais se encontram reunidas na Tabela 5 juntamente com seus perímetros.

Definiu-se um perímetro de 48.017,78m de forma a cobrir a área da cidade de Petrolina, e constatou-se que a mesma possui uma área total de 60.579.106,42 m², valor este duas vezes maior que a área de serviço de todas as linhas urbanas ao analisar a cobertura de 500m de abrangência, a qual possui 31.336.255m² de área e 88.056m de perímetro, desconsiderando as áreas sobrepostas, conforme indicado na Tabela 5. Este excedente representa que há áreas sem cobertura no sistema, definindo as áreas sem acessibilidade locacional, representada na Figura 14.

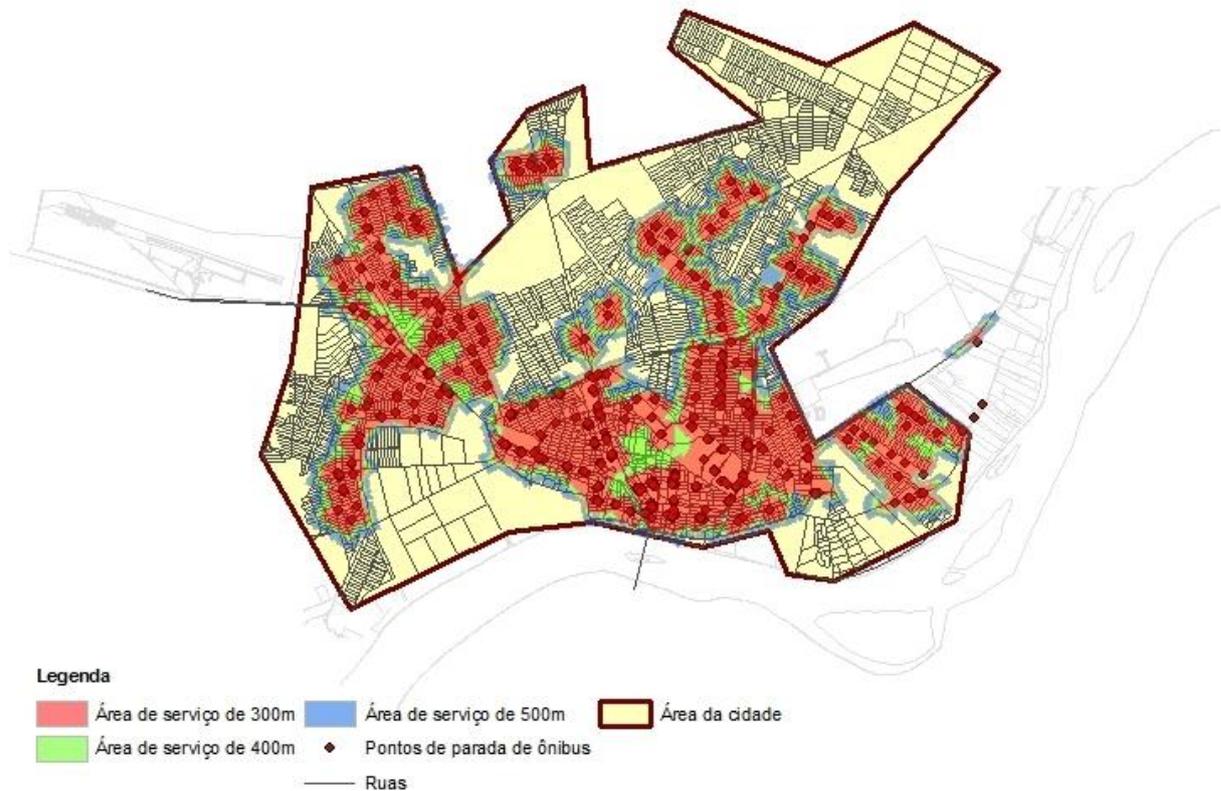


Figura 14. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus e área total da cidade de Petrolina.

Tabela 5. Cobertura das linhas de ônibus.

LINHA	COBERTURA					
	300m		400m		500m	
	Área	Perímetro	Área	Perímetro	Área	Perímetro
Todos as Linhas	19.677.539	107.302	25.723.004	83.705	31.336.255	88.056
Pedra Linda	4.687.680	41.300	7.208.930	43.329	10.363.926	47.596
Dom Avelar	3.364.889	30.283	5.166.855	31.316	7.281.850	30.109
Cohab 6/Rio Corrente	6.122.183	44.552	8.511.596	38.115	11.169.081	40.486
São Gonçalo	4.301.635	37.379	6.457.922	37.804	9.028.760	38.858
Areia Branca	2.122.807	15.214	2.975.933	15.726	4.044.785	17.001
Cohab Massangano	4.206.876	30.380	5.848.169	30.871	7.861.643	30.727
Cosme e Damião	4.163.099	33.056	6.092.740	32.929	8.324.013	31.980
Jardim Amazonas	5.035.793	37.937	7.255.164	35.228	9.664.043	32.923
Circular	4.212.196	42.053	6.691.991	46.170	9.885.899	54.013
Integração	3.202.700	27.790	4.852.407	26.817	6.684.268	25.854
Vila Marcela	3.783.094	32.102	5.633.861	31.076	7.803.832	29.633
João de Deus	4.924.001	40.303	7.322.861	41.182	10.230.758	39.668
Henrique Leite	3.294.618	26.892	4.795.303	27.682	6.633.996	29.793

Na Tabela 5 podemos notar que a linha do bairro Cohab 6 / Rio Corrente é a que possui a maior área de cobertura, considerando 300, 400 ou 500m, elas são capazes de cobrir 6.122.183,11m², 8.511.595,62m² e 11.169.080,67m², desta forma, ela incorpora todas as ruas dentro deste raio, tendo assim maior acessibilidade em termos locacional. Na Figura 15 pode-se observar que a linha Circular possui alguns vazios em seu trajeto, o que denota que não há uma cobertura uniforme neste percurso. Já a Figura 16, que representa a linha da Cohab 6/Rio Corrente, apresenta-se com maior continuidade, gerando apenas uma descontinuidade na BR 407. Porém, a linha do circular, possui maior perímetro para uma cobertura de 400 e 500m, conforme Tabela 5.

Assim, segue a visualização dos mapas temáticos das linhas estudadas remanescentes as quais se encontram nas Figuras 17 a 27. A linha Areia Branca concebida na Figura 17 exibe uma área não coberta pela área de serviço desta linha. Da mesma forma, se procede com a linha da Cohab Massangano (Figura 18), a qual divide-se em aglomerados, necessitando ligações para que a cobertura do seu percurso seja ininterrupto.

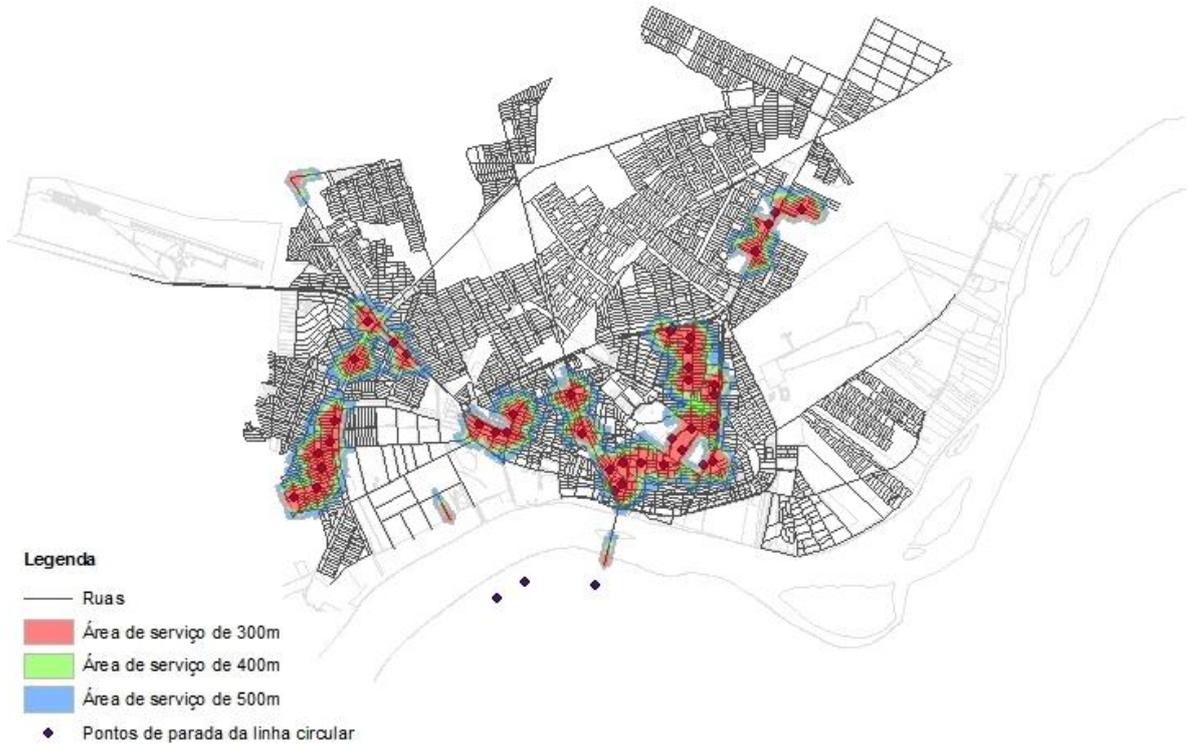


Figura 15. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Circular da cidade de Petrolina.

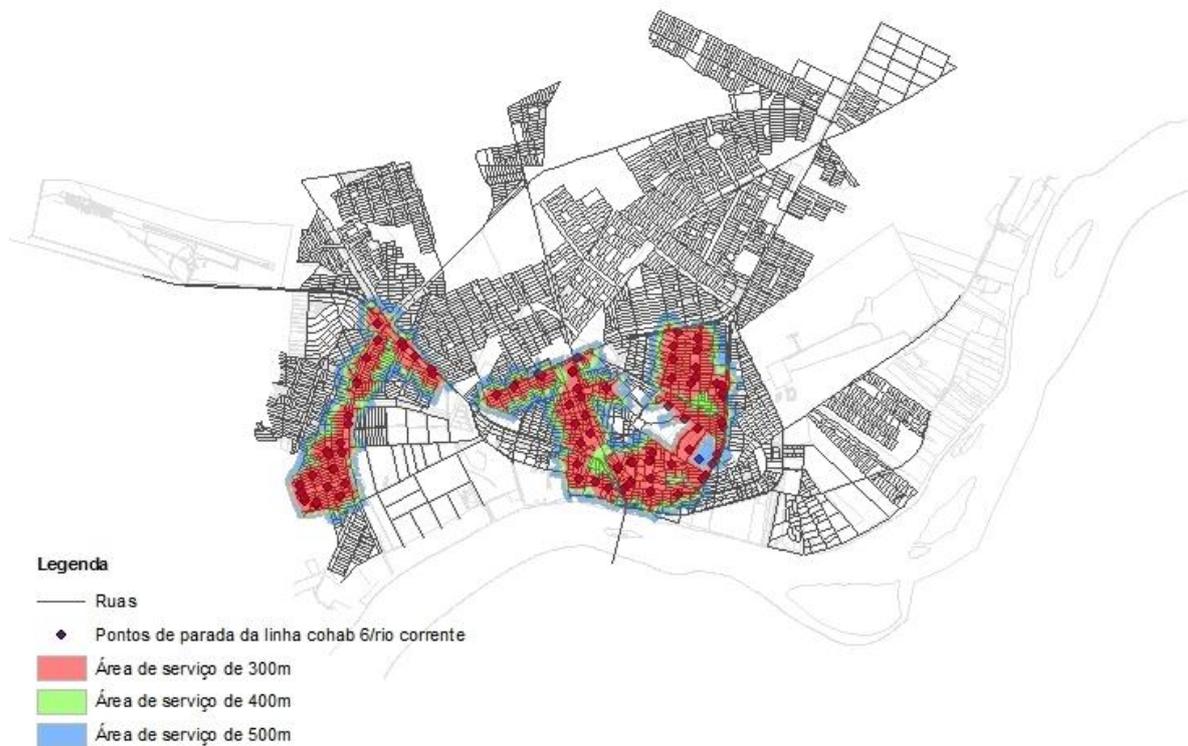


Figura 16. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Cohab 6 / Rio Corrente da cidade de Petrolina.

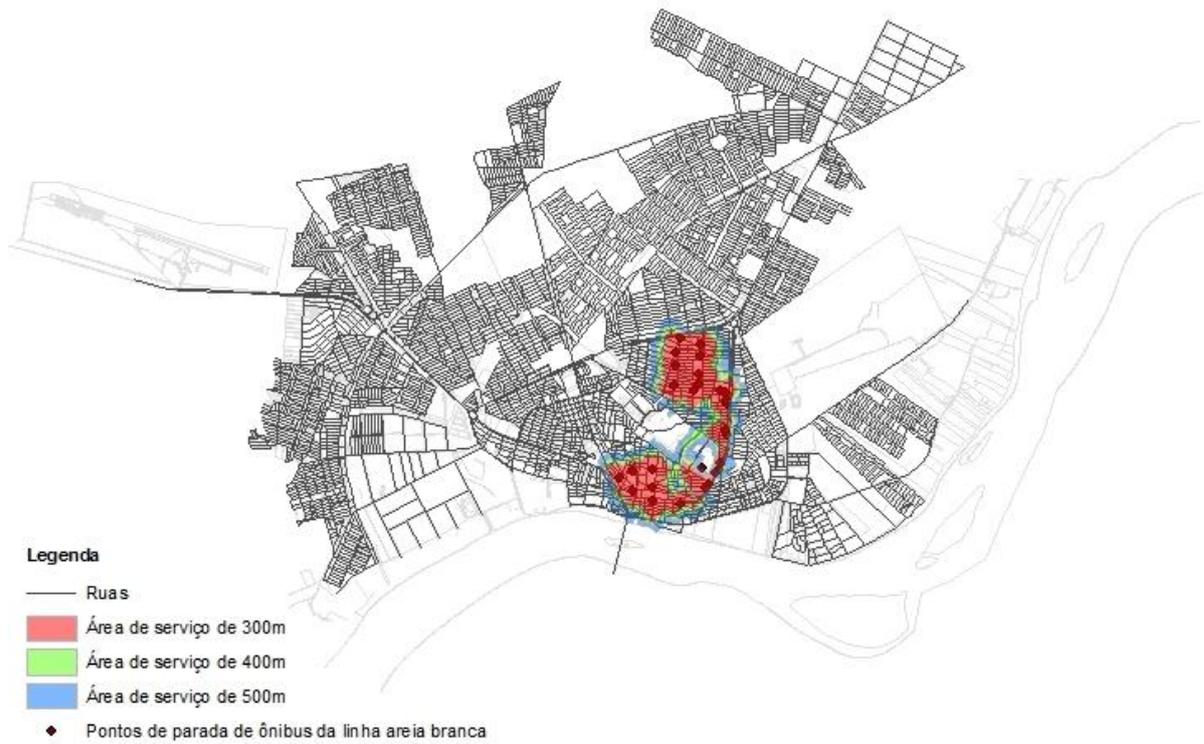


Figura 17. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Areia Branca da cidade de Petrolina.

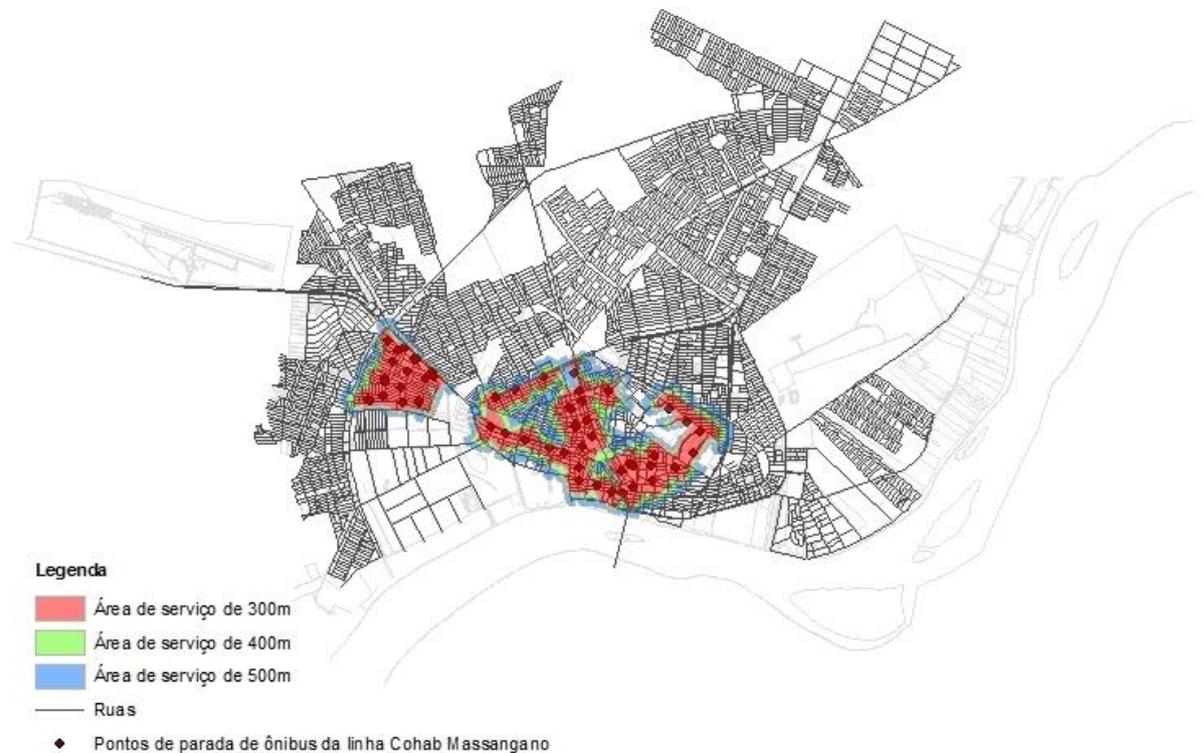


Figura 18. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Cohab Massangano da cidade de Petrolina.

Há uma breve interrupção na cobertura da linha Cosme e Damião (Figura 19), assim com um pequeno vazio na zona norte do centro da cidade.

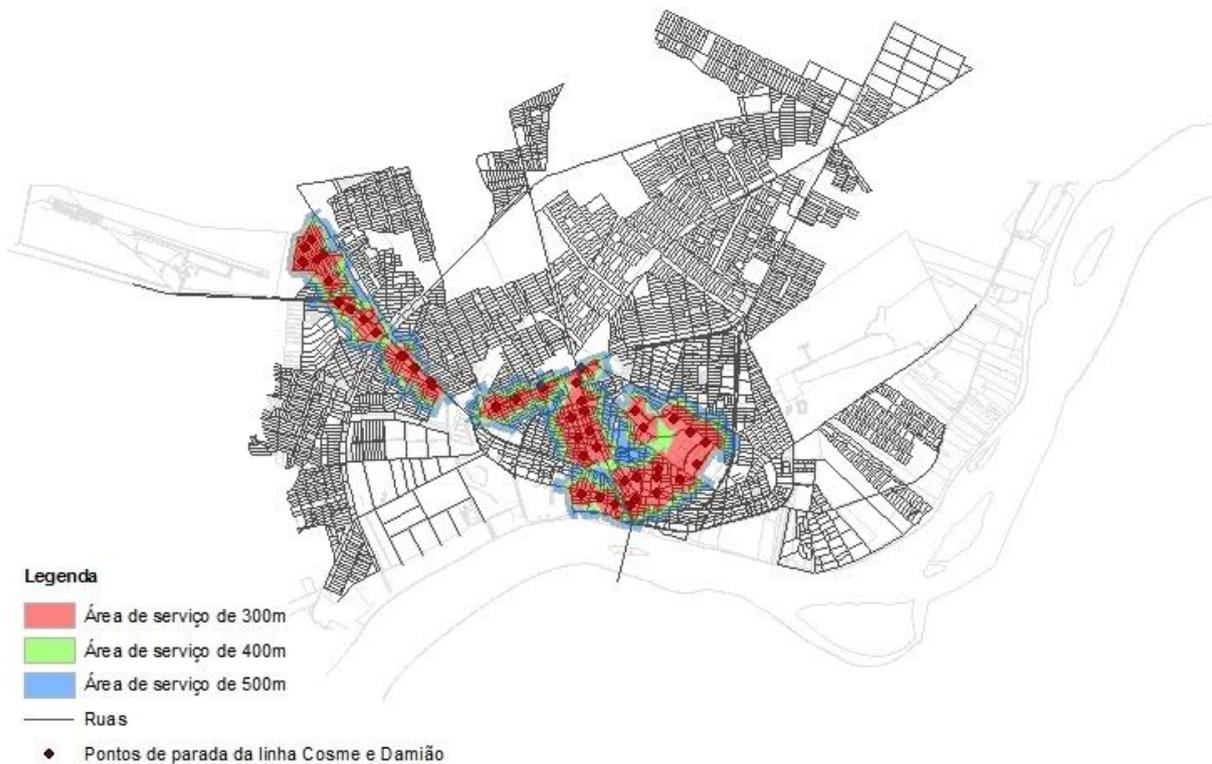


Figura 19. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Cosme e Damião da cidade de Petrolina.

Em seu percurso do centro ao bairro, a linha Dom Avelar (Figura 20), não possui nenhuma interrupção, porém, não envolve uma cobertura em todo o bairro.

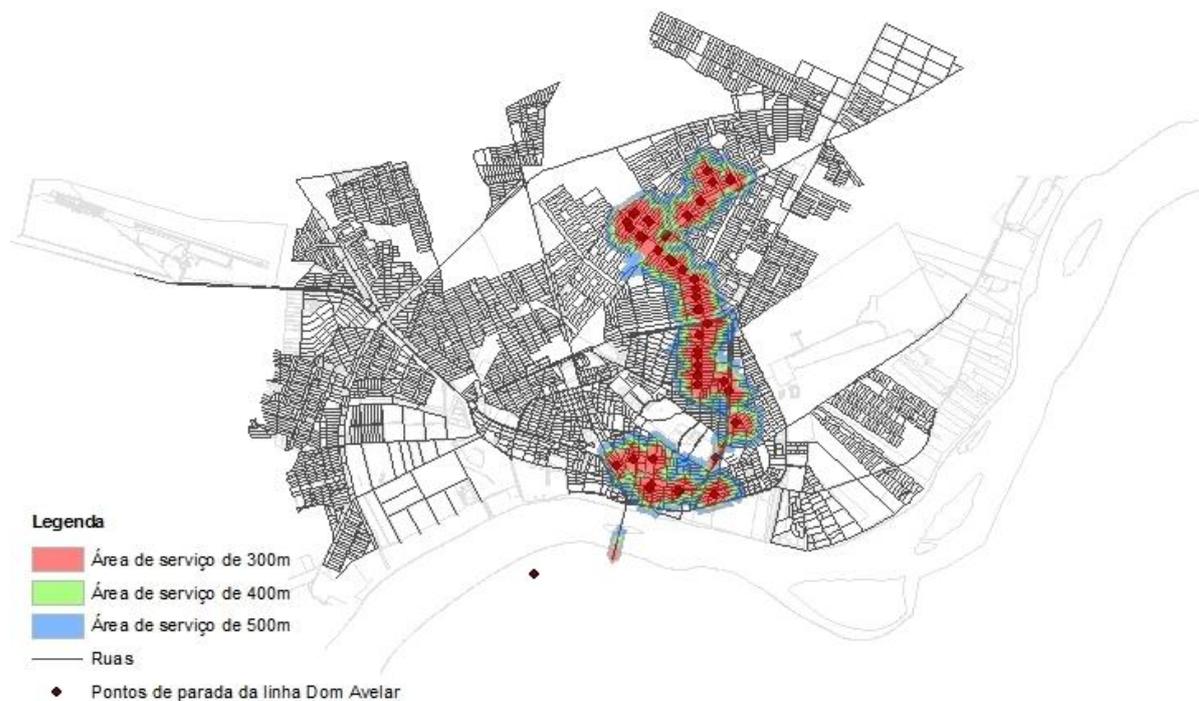


Figura 20. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Dom Avelar da cidade de Petrolina.

Ao apresentar um comportamento em aglomerados, a linha do Henrique Leite, representada na Figura 21, possui interrupções em seu trajeto, o que denota baixa acessibilidade. Similarmente procede-se com a linha Integração (Figura 22).

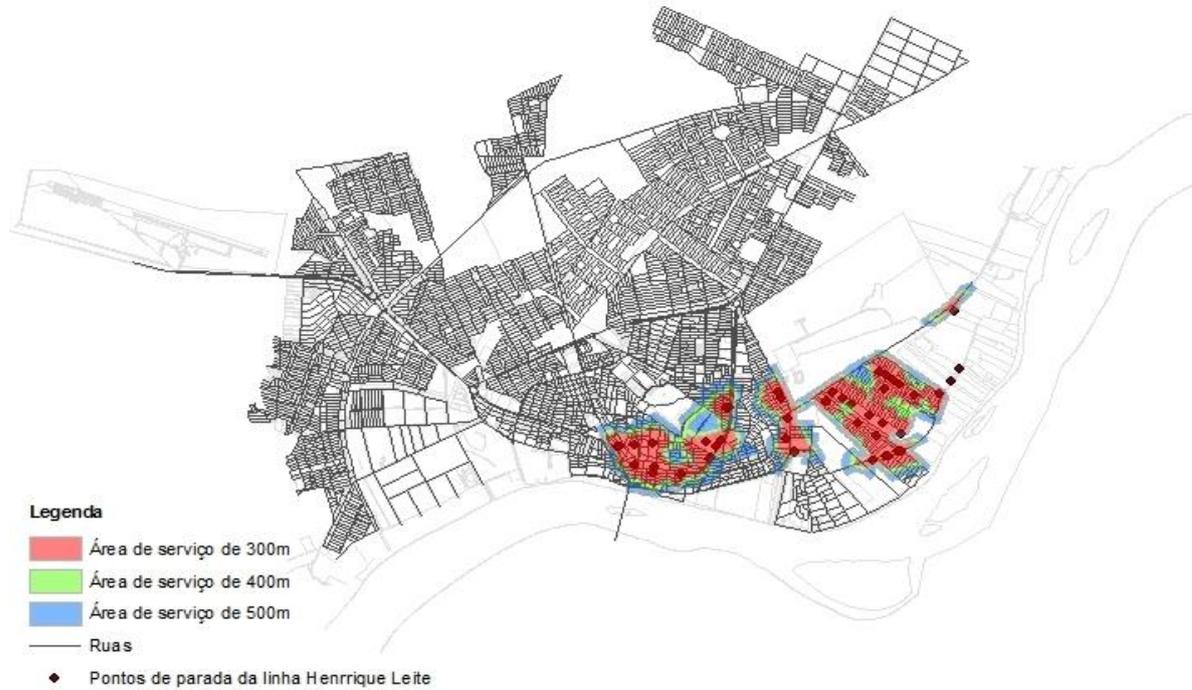


Figura 21. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Henrique Leite da cidade de Petrolina.

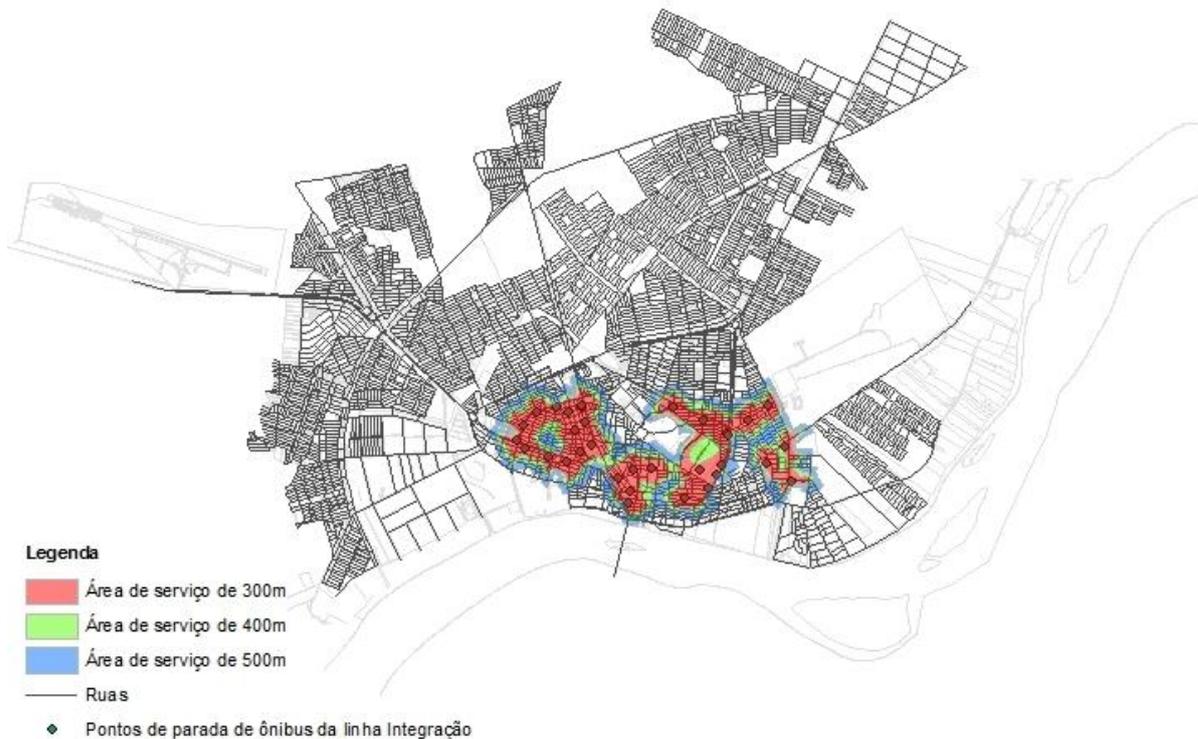


Figura 22. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Integração da cidade de Petrolina.

A Figura 23 mostra a área de cobertura da linha Jardim Amazonas, a qual deixa um entorno vazio na área nordeste do centro da cidade. A linha João de Deus (Figura 24) possui, além de interrupções, vazios em torno do centro da cidade.

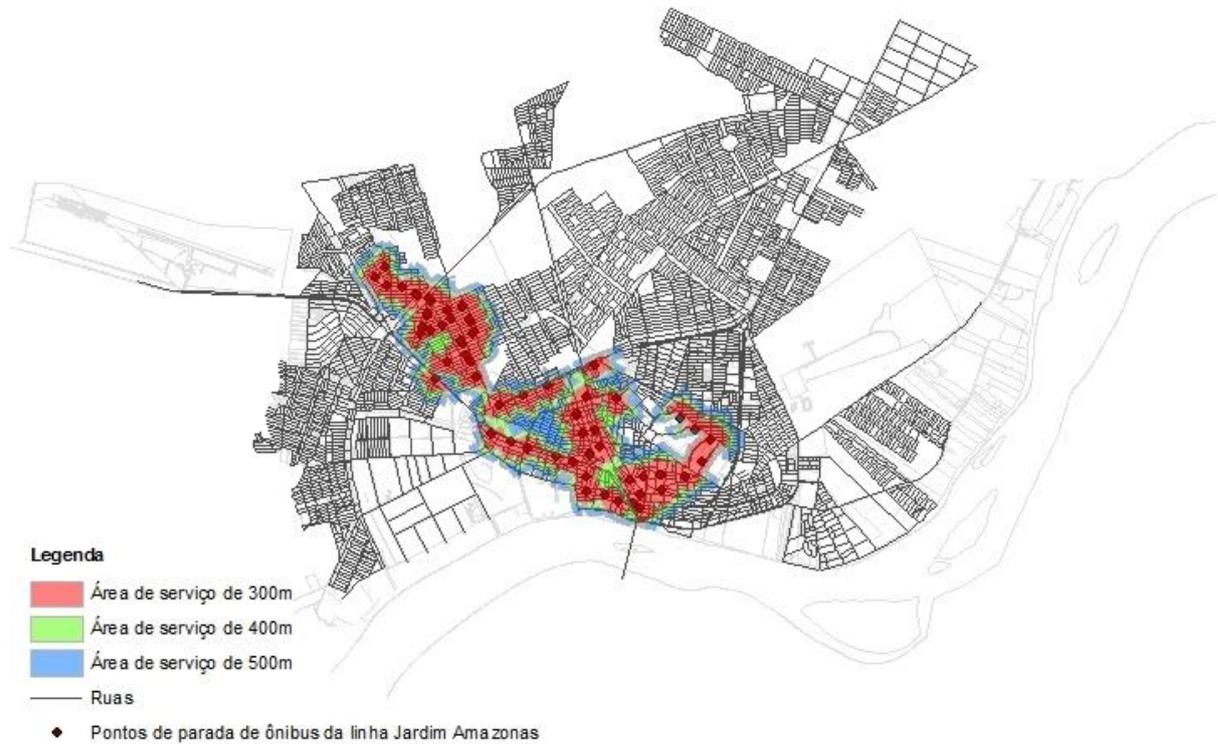


Figura 23. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Jardim Amazonas da cidade de Petrolina.

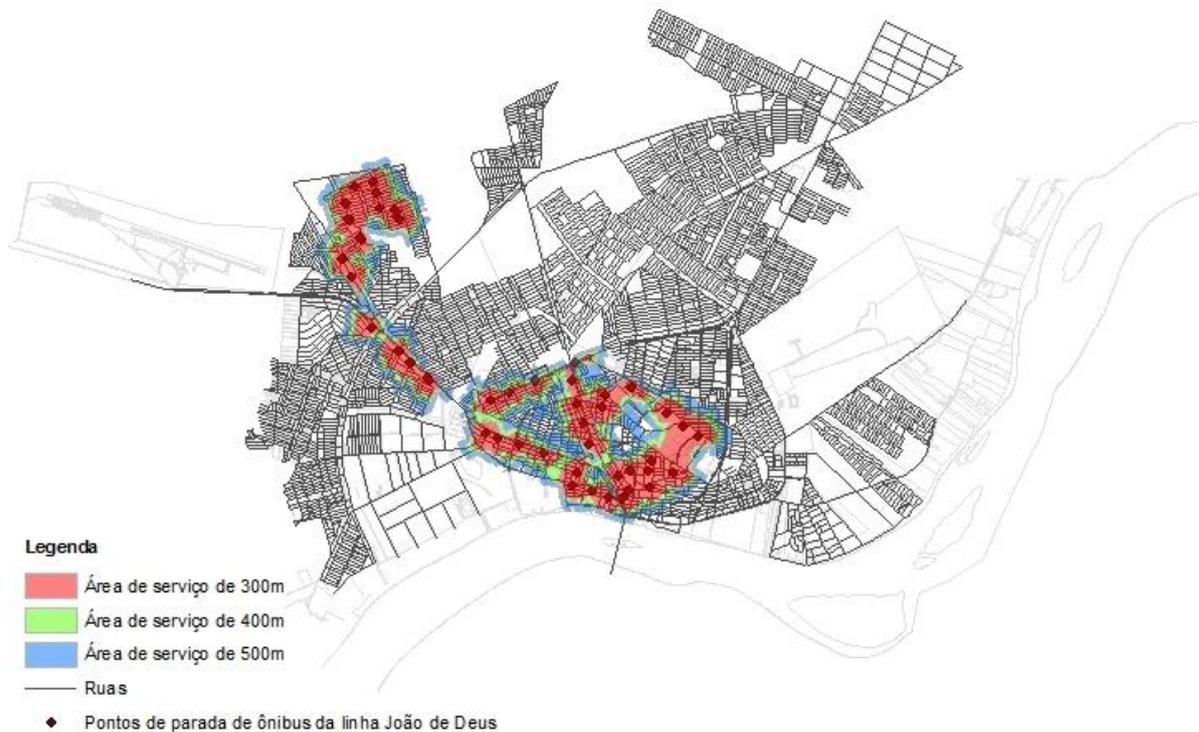


Figura 24. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha João de Deus da cidade de Petrolina.

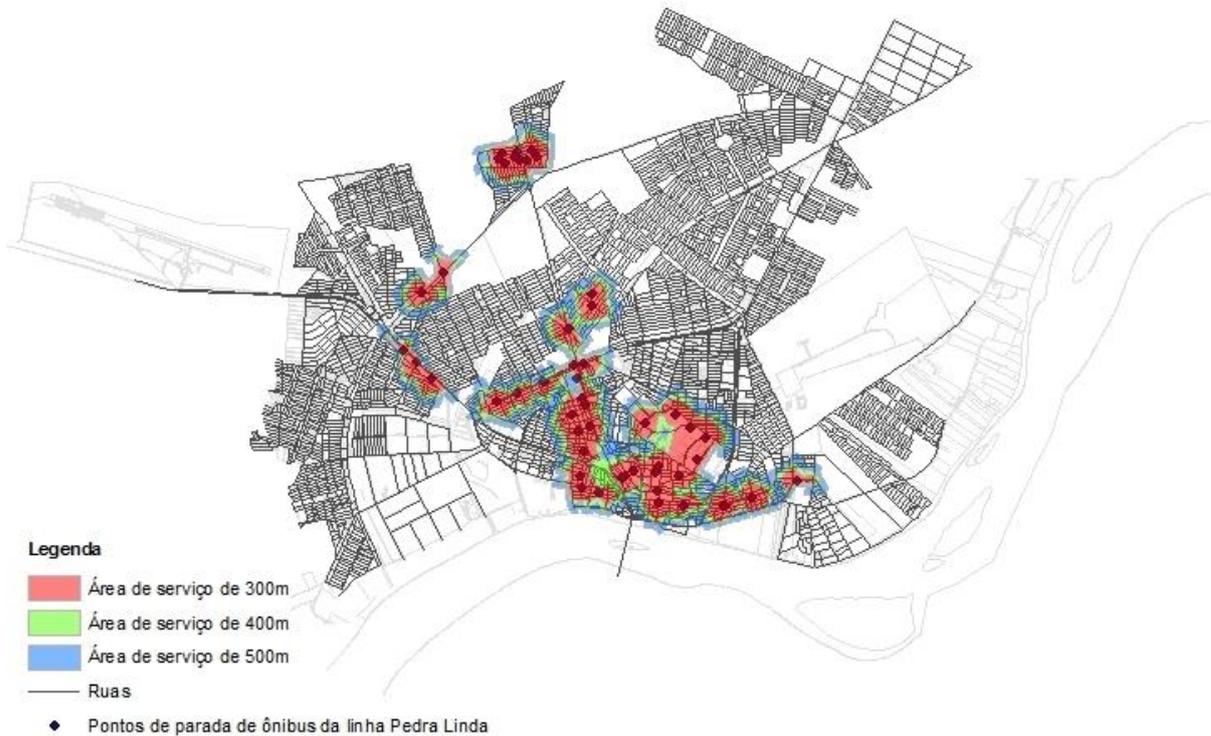


Figura 25. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Pedra Linda da cidade de Petrolina.

Como a linha Pedra Linda (Figura 25) transcorre por uma estrada que não possui habitação possui em seu caminho faixas sem cobertura.

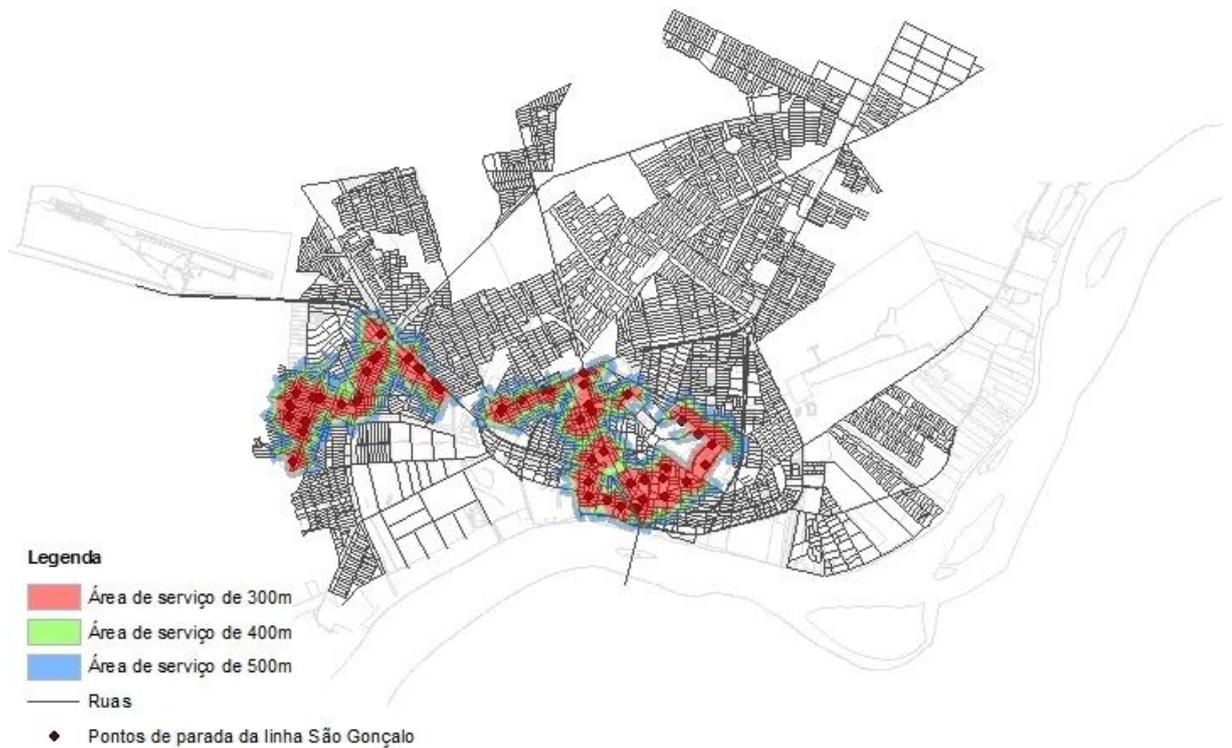


Figura 26. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha São Gonçalo da cidade de Petrolina.



Figura 27. Área de serviço dos pontos de paradas de ônibus da linha Vila Marcela da cidade de Petrolina.

Na Figura 26 temos a linha do bairro São Gonçalo com um trecho sem acessibilidade. E finalmente a linha do bairro Vila Marcela representado na Figura 27 possui seu itinerário contínuo.

Com isso, uma vez que o planejamento e gestão dos transportes são de responsabilidade do poder público, representada pela Empresa Municipal de Trânsito e Transporte Coletivo - EPTTC, sua liberdade de ação está condicionada à possibilidade de arrecadação tributária. Criada e controlada pela Prefeitura de Petrolina, a EPTTC tem como objetivos a execução das atividades técnicas e operacionais relacionadas ao planejamento, administração, gerenciamento e operação do sistema de trânsito e transporte público do município.

A estratégia estabelecida pela EPTTC para servir a área urbana da cidade foi a utilização de um conjunto de linhas para cada concessionária. Desta forma, as concessionárias desenvolvem um modelo operacional padrão, de forma a lhes garantir resultados econômico-financeiros e viabilidade técnica. O modelo operacional comum preconiza, em geral, um sistema alimentador com pontos finais nos bairros, constituindo uma distribuição espacial das linhas de ônibus do tipo radial e diametral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1. Conclusões

A primeira observação que se pode fazer está no fato de que a acessibilidade aos transportes ainda é um tema relevante e atual de pesquisa na área de planejamento de transportes.

A fim de melhorar o nível de qualidade do serviço, algumas considerações devem ser feitas. Atualmente, no município de Petrolina não existe um serviço que informe sobre a maneira mais eficiente de se deslocar com o transporte público existente. O serviço de atendimento telefônico continua sendo o meio mais procurado na hora de obter esse tipo de informação. A disponibilização de algum tipo de informação sobre os serviços, na internet é uma abordagem muito utilizada para a consulta e apresentação dessas informações através de mapas estáticos, horários, etc.

Em relação à acessibilidade locacional, o real percurso realizado pelo usuário deve ser levado em consideração quando se estuda o caminho até o ponto de parada e são as mais corretas para analisar este aspecto, em lugar de considerar as áreas de abrangência dos pontos como círculos (*buffers*).

Com relação aos pontos de parada, é importante sua inserção, pelo menos a cada 500m, naquelas áreas onde não se observou cobertura de acessibilidade locacional, tal qual ocorreu com áreas como, a Vila Eulália, a área noroeste do bairro José e Maria, Vila das Esmeraldas, área norte do Cosme e Damião, Vila Manuela e Vila Rica, Jardim José Nunes, Alto Grande, Santa Rita, Jardim Maravilha e Jardim América. Para que, como já havia referido Vasconcelos citado por Gomes Filho (2004) a acessibilidade abranja a questão macro, ao definir uma maior extensão e abrangência do sistema viário, e a micro ao disponibilizar a facilidade de acesso ao destino direto das pessoas, dos veículos ou às necessidades de estacioná-los, dotando-os de equipamentos e facilidades como abrigo, iluminação própria, sinalização, banco, lixeira e informações operacionais sobre os serviços

disponibilizados na rede de transporte, os quais infelizmente não foram possíveis visualizar na maioria dos pontos.

Com relação ao objetivo principal deste trabalho, ficou demonstrado que os SIG podem funcionar como ferramenta de apoio à análise e operação de um sistema de transporte público por ônibus. Vale a pena ressaltar a facilidade com que as informações podem ser manipuladas e a qualidade dos resultados obtidos, tanto de processamento de informação quanto de resultado final gráfico. É grande a quantidade de informações necessárias para se chegar à visualização do sistema, bem como é difícil sua manipulação se não se dispuser de um sistema organizado e, preferencialmente, informatizado, que auxilie nessa tarefa. Com base no que foi possível analisar, constata-se que uma maior utilização de um SIG para apoio à gestão seria benéfico para a melhoria dos serviços oferecidos à população.

E por fim, os objetivos específicos deste trabalho foram atingidos e, com relação a cada um deles, pode-se afirmar:

- Foram coletadas, em forma de mapas, tabelas e dados geográficos (GPS), informações importantes sobre o sistema de transporte coletivo por ônibus da cidade de Petrolina-PE, definindo-se então um modelo que poderá ser replicado para outros estudos;
- Foi criada uma base de dados georeferenciados e as mesmas foram manipuladas através dos algoritmos específicos existentes no SIG utilizado;
- Foi analisada a questão de acessibilidade locacional e pode-se verificar a ocorrência de falhas no STP por ônibus da cidade de Petrolina-PE conforme mencionado anteriormente;
- Como alternativa para melhoria do sistema de transporte coletivo por ônibus fica a proposta para a criação de paradas de ônibus nas linhas onde ocorreu descontinuidade do percurso (falta de cobertura), melhorando pontualmente a acessibilidade dos usuários do sistema. Além disso, deve-se acrescentar facilidades como abrigo, iluminação própria, sinalização, banco, lixeira e informações operacionais sobre os serviços disponibilizados na rede de transporte aos pontos de parada de ônibus, nos quais não foi verificado.

De acordo com o que foi observado, os problemas enfrentados pelos passageiros de ônibus, talvez não seja devido à carência de outros modais, mas sim

devido ao planejamento do modal utilizado. Outro ponto positivo, e que diz respeito ao presente trabalho, é que as novas tecnologias permitem aprimorar o sistema. A carência na utilização em tecnologia de informação nos leva a acreditar que as ações até então empreendidas não foram suficientes para viabilizar a elevação do nível de qualidade dos transportes públicos da cidade.

4.1. Recomendações para trabalhos futuros

A análise da acessibilidade locacional é um assunto complexo e que mantém direta ligação com outros temas ligados ao transporte público por ônibus. Sendo assim, como continuidade deste trabalho, sugerem-se os seguintes temas:

- Identificação de possíveis mudanças nos itinerários de algumas linhas componentes do sistema com o objetivo de ampliar área de cobertura do sistema como um todo;
- Executar simulações com base nos itinerários das linhas e na disponibilidade de veículos para que se faça uma análise da acessibilidade temporal de cada uma das linhas, utilizando um SIG;
- Execução de uma pesquisa ORIGEM-DESTINO que possibilite a avaliação real da necessidade de transporte da população, propondo-se, posteriormente, mudanças de linhas ou criação de novos itinerários;
- Execução de estudo sobre uso e ocupação do solo nos bairros da cidade para obter as características dos usuários de transporte da cidade e, desta forma, complementar o desenvolvimento do processo de reestruturação do sistema de transporte coletivo por ônibus da cidade;
- Criação de um sistema eficiente de informações ao usuário, que possibilite o acesso aos dados do STP, facilitando sua utilização e melhorando o nível de serviço prestado à população.

REFERÊNCIAS

ABEPRO. **Referências Curriculares da Engenharia de Produção**. 2003.

Disponível em:

<<http://www.proengprod.ufjf.br/SiteProengprod/ArqSite/DocStaBarbara2003.doc>>.

Acesso em: 19 out 2009.

BARBOZA, M. S.; SILVA, L. A. de A.; MORAIS, M. W. M.; FERRARI, M. T.; GOMES, E. T. A. **Nexus do uso e da Produção Territorial em Petrolina-PE: técnica, tecnologia e território**. In: 60ª Reunião Anual da SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA – SBPC, 2008, Campinas. Anais eletrônicos...

Disponível em: <<http://sbpcnet.org.br/livro/60ra/resumos/resumos/R4190-1.html>>.

Acesso em: 12 out 2009.

BARROS, A. A. **A Visualização do transporte Público e o Auxílio de Técnicas de Geoprocessamento nas Relações Territoriais do Bairro João de Deus, Petrolina-PE**. 2008. Monografia (Licenciatura em Geografia). Faculdade de Formação de Professores - FFPP. Universidade de Pernambuco – UPE.

BATISTA JÚNIOR, E. D.; SENNE, E. L. F.; TEIXEIRA, A. P. **A Importância de um Sistema de Informação para o Gerenciamento do Transporte de Passageiros**.

2001. 7 f. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Disponível em: < www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR92_0304.pdf>. Acesso em: 20 mar 2010.

BORIO, C. DE B. **Um Modelo Utilizando um Sistema de Informação Geográfica de Apoio à Logística do Transporte Rodoviário de Veículos**. 2008. 88 f.

Dissertação (Mestrado em Cadastro Técnico Multifinalitário). Departamento de engenharia civil. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CARRARA, C. M. **Uma Aplicação do SIG para Localização e Alocação de Terminais Logísticos em Áreas Urbanas Congestionadas**. 2007. 227 f.

Dissertação (Mestrado em Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo – USP.

CARVALHO, E. B. de. **Indicadores de Acessibilidade no Sistema de Transporte Coletivo: proposta de classificação em níveis de serviço**. 2003. Dissertação

(Mestrado em Transportes) – Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília – UnB.

CARVALHO, B. N. R. de. **Sistema de Informação: Suporte ao Gerenciamento e Planejamento Municipal.** 2003. 7 f. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP.

CASTRO, M. C. de. **SIG: qual a diferença entre geoprocessamento e SIG?** 2005. Disponível em:

<<http://www.igeo.ufrj.br/gruporetis/phpmyfaq/index.php?action=artikel&cat=1&id=124&artlang=pt-br>> Acesso em: 21 out 2009.

CASTRO, M. C. de. **O que é o ArcGIS?** 2006. Disponível em:

<<http://www.igeo.ufrj.br/gruporetis/phpmyfaq/index.php?action=artikel&cat=4&id=155&artlang=pt-br-br>> Acesso em: 21 out 2009.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Diagnóstico do município de Petrolina.** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: 2005. 12 f.

DUTRA, N. G. da S. **O Enfoque de “City Logistics” na Distribuição Urbana de Encomendas.** 2004. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

FERREIRA, B. de F. **Revisão de Literatura e Análise em Planejamento de Transportes Usando os Sistemas de Informações Geográficas.** 2006. 25 f. Monografia (Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa – UFV.

FERREIRA, S. M. R. **Planejamento de transportes com apoio de sistemas de informação geográfica “a rede de transportes urbanos de Braga”.** 2003. 18 fl. Seminário Científico - Planejamento de Transportes: a rede de transportes urbanos de Braga.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FLEURY, P. f.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. (Org.) **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. Coleção COPPEAD de Administração. São Paulo: Atlas, 2000.

GOEBEL, D. **Logística: otimização do transporte e estoques na empresa**. Estudos em Comércio Exterior Vol. I nº 1 – jul/dez 1996 (ISSN 1413-7976). Rio de Janeiro: ECEX/IE/UFRJ – Curso de Pós-Graduação em Comércio Exterior, 1996.

GOMES FILHO, E. M. **Avaliação da Evolução da Percepção da Acessibilidade no Trânsito por Estudantes do Ensino Fundamental sob a Abordagem da Pesquisa-ação**. 2004. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília – UnB.

HANSEN, A. **Aplicação de SIG em Sistema de Gerência de Pavimentos para a Cidade de Maringá**. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Maringá – UEM.

HENRIQUE, C. S. **Diagnóstico Espacial da Mobilidade e da Acessibilidade dos Usuários do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza**. 2004. 165 fl. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes). Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Ceará – UFC.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pernambuco– PE. Ônibus - Tipo de Veículo**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=261110&coduf=26&tema=frota&codv=V05&lang=>> Acesso em: 07 set 2009.

_____. **População e Domicílios - Censo 2000 com Divisão Territorial 2001**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=261110&coduf=26&tema=amostra&codv=V01&lang=>> Acesso em: 07 set 2009.

_____. **Contagem da População 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>>. Acesso em: 07 set 2009.

_____. **Pesquisa de informações básicas municipais: perfil dos municípios brasileiros**. Gestão Pública, 2008. 244 f. Rio de Janeiro, 2008.

IBGE CIDADES. **Petrolina-PE**. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 07 set 2009.

ISKANDAR, J. I. **Normas da ABNT: comentadas para trabalhos científicos**. 2. ed. Curitiba: Juruá, 2005.

KIRIHATA, R.; SENNE, E. L. F. **Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento de Transporte Urbano de Passageiros**. 2002. 122 f. Relatório Final (Iniciação Científica). Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual Paulista – Unesp.

LACERDA, J. M. F DE. **Viabilidade do Uso de um Sistema de Informações Geográficas no Gerenciamento do Transporte Público Coletivo nos Setores de Mangabeira e Costa do Sol em João Pessoa-PB**. 2007. 74f. Monografia (Tecnologia em Geoprocessamento). Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFETPB.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J.P. **Sistemas de Informação Gerenciais: administrando a empresa digital**. São Paulo: Pretice Hall, 2004.

LEMES, D. C. S. S. **Geração e Análise do Cenário Futuro como um Instrumento do Planejamento Urbano e de Transportes**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

MAHA, Y. B. **Metodologia para Definição dos Corredores de ônibus com a aplicação da Sintaxe Espacial**. 1997. 136 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília - UnB.

MONTEIRO, A.; BEZERRA, A. L. B. **Vantagem Competitiva em Logística Empresarial Baseada em Tecnologia de Informação**. 2003. 11 f. VI Seminários em Administração – SEMEAD. FEA, Universidade de São Paulo – USP. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/6semead/>>. Acesso 17 out 2009.

NARCISO, M. G. et al. **Sistemas de Apoio à Decisão para Problemas de Localização e Roteamento**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Campinas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Informática Agropecuária. 2002. 24 f. ISSN 1677-9266.

NÓBREGA, N. de S. F. de. **Crescimento e Desenvolvimento da Fruticultura Irrigada no Vale do São Francisco**. 2004. 59 f. Monografia (Ciências Econômicas)

– Departamento de Economia e Administração – DEA. Universidade Católica de Pernambuco - UNICAMP.

PARRA, F. R. **Aportes para a Melhoria da Gestão do Transporte Público por Ônibus de Bogotá, a Partir das Experiências de Belo Horizonte e Curitiba.** Pap. Polít. Bogotá (Colombia), Vol. 11, No. 2, 557-594, julio-diciembre 2006.

PILON, J. A. **Sistema de Informação ao Usuário do Transporte Coletivo por Ônibus na Cidade de Vitória-ES.** 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Pós-Graduação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

PRADO, V. L. **Estudo de Acessibilidade de Transportes no Município de Passos – MG.** 2001. 40 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas - UFMG.

PRICINOTE, M. A. **Metodologia para Identificação da Confiabilidade Topológica da Rede de Transporte Público Urbano.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília - UnB.

PROCURADORIA Geral do Município. **Plano Diretor Territorial Participativo de Petrolina – PE.** 2006. Disponível em: <<http://br.geocities.com/pdtp2006/plano>>. Acesso em: 23 set 2009.

RAIA JUNIOR, A. A. **Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice de Potencial de Viagens Utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informações Geográficas.** 2000. 212 f. Tese (Doutorado em Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo – USP.

RAMOS, S. de F. **Uso do Território Brasileiro e Sistemas Técnicos Agrícolas: a fruticultura irrigada em Petrolina (PE) / Juazeiro (BA).** 2002. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – USP.

RIOS, M. F. **Metodologia para Localização de Terminais do Sistema de Transporte Público Coletivo Urbano.** 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília - UnB.

ROSE, A. **Uma Avaliação Comparativa de Alguns Sistemas de Informação Geográfica Aplicados aos Transportes.** 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo – USP.

SANTOS, A. R. dos. **APOSTILA DE GEOPROCESSAMENTO**. 2002 – Centro de Ciências Humanas e Naturais. Departamento de Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.

_____. **Tradução dos Exercícios Tutoriais do SIG ArcGIS 8.3**. 2004. Centro de Ciências Humanas e Naturais. Departamento de Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.

SANTOS, M. N. M. de A. **Aplicação do Geoprocessamento para Gestão de Vias Públicas no Município de Itabira MG**. 2004. 43 f. Monografia (Especialização) - Departamento de Cartografia. Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

SILVA, A. N. R. da. **Sistemas de Informações Geográficas para Planejamento de Transportes**. 1998. 124 f. Universidade de São Paulo. Título de livre-docente em concurso. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo – USP.

SILVEIRA, T. de A. **Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento dos Transportes Urbanos**. 2006. 65 f. Monografia (Tecnólogo em Geoprocessamento). Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET-PB.

TEIXEIRA, A. P.; BATISTA Jr, E. D.; SENNE, E. L. F. **Análise Comparativa entre Sistemas de Apoio à Decisão Utilizados no Planejamento de Transportes**. 2002. 6 f. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 1997.

VITAL, T. W.; SILVA NETO, M. F. da. **Transferência de Tecnologias Agropecuárias: fator de competitividade na microrregião de Petrolina – PE**. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006, Fortaleza-CE. XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Fortaleza : Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/1179.pdf>>. Acesso 25 out 2009.

APÊNDICE - A

UNIVASF - UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

PESQUISA DE CAMPO DAS LINHAS URBANAS DE ÔNIBUS DE PETROLINA

1. *Circular*

A primeira linha foi executada de carro com o professor, e, devido à ausência de sinalização em alguns pontos, não foi possível marcá-los.

2. *Vila Marcela / Loteamento Recife – 26/01/2010*

A linha em questão faz em seu percurso paradas no campus universitário, tanto na ida quanto na volta do centro comercial da cidade. O ônibus parte a cada 40min, porém o fluxo de passageiros parece ser baixo. Verificou-se também a ausência de alguns pontos de paradas em relação a pesquisa de origem destino obtida na EPTTC. O trajeto entre os bairros Loteamento Recife e Vila Marcela Foi alterado pelo motorista da empresa concessionária para diminuir o percurso sob a alegação de não haver passageiros, o que pode causar maior desgaste ao ônibus devido à utilização de pista de chão, uma vez que já se encontrava bastante depreciado.

3. *Dom Avelar Faculdade – 28/01/2010*

Os pontos do bairro Dom Avelar são poucos e sem sinalização, mas, como o bairro é pequeno poucos moradores o utilizam, além disso, as suas ruas não são asfaltadas. Porém, já no bairro José e Maria há uma maior movimentação de usuários.

4. *Cohab 6 via Ceap – 04/02/2010*

Segundo o cobrador alguns pontos do bairro não são utilizados pelo usuário, o que faz com que o motorista não passe por estes devido a ausência de passageiros. No centro comercial o percurso necessitou ser alterado devido à interdição no trecho entre a Compesa e a área militar ficando, desta forma, mais extenso.

5. *São Gonçalo via Ceap – 08/02/2010*

Em alguns pontos não foi possível visualizar sinalização. No centro comercial o percurso necessitou ser alterado devido à interdição no trecho entre a Compesa e a área militar ficando, desta forma, mais extenso.

6. *Cohab Massangano – 09/02/2010*

Como iniciei o itinerário do centro, na ida o ônibus fez o percurso pela Honorato Viana, e na volta foi via Ceap. No centro comercial o percurso necessitou ser alterado devido à interdição no trecho entre a Compesa e a área militar ficando, desta forma, mais extenso.

7. João de Deus – 10/02/2010

Novamente, o itinerário foi iniciado do centro, na ida o ônibus fez o percurso pelo Ceap, e na volta foi via Honorato Viana. O bairro tinha pouca sinalização dificultando a visualização dos pontos. No centro comercial o percurso necessitou ser alterado devido à interdição no trecho entre a Compesa e a área militar ficando, desta forma, mais extenso.

8. Jardim Amazonas via Ceap – 13/02/2010

Como iniciei o itinerário do centro, na ida o ônibus fez o percurso pela Honorato Viana, e na volta foi via Ceap. No centro comercial o percurso necessitou ser alterado devido à interdição no trecho entre a Compesa e a área militar ficando, desta forma, mais extenso.

9. Cosme e Damião via Ceap – 18/02/2010

O bairro é bem sinalizado e os pontos correspondem ao itinerário. No centro comercial o percurso necessitou ser alterado devido à interdição no trecho entre a Compesa e a área militar ficando, desta forma, mais extenso.

10. Pedra Linda, 7 Setembro, Faculdade volta – 22/02/2010

Houve trechos em que o GPS não identificou satélite. Verificou-se pontos que não havia na pesquisa origem destino da EPTTC, assim como não estava identificado o ponto final do bairro. No bairro Pedra Linda foi possível identificar todos os pontos, pois havia placa de sinalização, porém, no retorno (bairro Antônio Cassimiro), houve grande dificuldade para identificar os pontos, devido a ausência de sinalização.

11. Henrique Leite – 23/02/2010

O ponto final da linha é no centro comercial da cidade. Alguns pontos do bairro têm sinalização precária com placas desgastadas, além disso, as suas ruas não são asfaltadas. O motorista dirigiu em alta velocidade ($V_{\max} = 89,1\text{km/h}$), dificultando a verificação de algumas placas de sinalização de ponto.

12. Integração – 11/03/2010

A linha é pouco freqüente, sendo realizada somente em horário de pico, pois seu trecho é feito por outras linhas. No trecho da Vila Eduardo alguns pontos estão sem sinalização. Trecho da Avenida Guararapes interdito.

13. Areia Branca – 11/03/2010

A linha é pouco freqüente, sendo realizada somente em horário de pico, pois seu trecho é feito por outras linhas. O itinerário foi feito no microônibus, onde, o motorista também é o cobrador. Trecho da Avenida Guararapes interdito.