

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE TERMINAIS DO
SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO URBANO

MARIANA FRANÇA RIOS

ORIENTADORA: YAEKO YAMASHITA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES

PUBLICAÇÃO: T.DM-007A/2007

BRASÍLIA/DF: JULHO/ 2007

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE TERMINAIS DO
SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO URBANO**

MARIANA FRANÇA RIOS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

APROVADA POR:

YAEKO YAMASHITA, PhD. (UnB)

(Orientadora)

PASTOR WILLY GONZALES TACO, Dr. (UnB)

(Examinador Interno)

ANTÔNIO CLÓVIS PINTO FERRAZ, Dr. (USP)

(Examinador Externo)

DATA: BRASÍLIA, 20 DE JULHO DE 2007

FICHA CATALOGRÁFICA

RIOS, MARIANA FRANÇA

Metodologia para Localização de Terminais do Sistema de Transporte Público Coletivo

Urbano / Mariana França Rios – Brasília, 2007, 105p., 210 x 297 mm.

(ENC/FT/UnB. Mestre. Transportes, 2007)

Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental –

Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília, 2006.

Área: Transportes

Orientador: Prof. PhD Yaeko Yamashita.

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Terminais | 2. Infra-Estrutura de Transportes |
| 3. Transporte Público Coletivo Urbano | 4. Ônibus |
| I. ENC/FT/UnB | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RIOS, M. F. (2007). Metodologia para Localização de Terminais do Sistema de Transporte Público Coletivo Urbano. Dissertação de Mestrado, Publicação T.DM-007A/2007, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília 105p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Mariana França Rios

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Metodologia para Localização de Terminais do Sistema de Transporte Público Coletivo Urbano.

GRAU/ANO: Mestre / 2007.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Mariana França Rios
E-mail: mfrancarios@yahoo.com

DEDICATÓRIA

A meus pais e irmãs,
A meu esposo, Thadeu.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente venho agradecer à Professora Yaeko, por ter acreditado em mim. Pela orientação e apoio durante esses dois anos de mestrado, principalmente nos momentos de maior dificuldade.

Aos meus pais por serem os responsáveis pela pessoa que sou hoje. Pelo exemplo em todos os sentidos: profissional e moral. Por me apoiarem nas minhas escolhas profissionais, inclusive de vir para Brasília, acreditando sempre que eu venceria.

Às minhas irmãs, Ivana e Lais, pela nossa união e parceria, apesar das distâncias que nos separam em três cidades diferentes.

Ao meu sobrinho Pedro, pela alegria e carinho em todos os momentos de encontro, seja pessoalmente ou em um telefonema.

Ao meu esposo Thadeu por compartilhar sua vida. Pelo companheirismo e paciência nos momentos de angústia e dificuldade durante essa jornada.

Ao meu primeiro grande orientador Manoel José, pelo incentivo à pesquisa, e por, apesar de não estar mais entre nós, continuar sendo um exemplo de pessoa e profissional. Por ter me ensinado que para estar realizado deve-se buscar sempre o entusiasmo, principalmente profissionalmente.

Ao arquiteto Floriano Freaza, meu primeiro “chefe/ professor/ amigo”, por ensinar que deve-se sempre fazer o melhor, colocando a ética e o profissionalismo acima de tudo.

Agradeço ao CEFTRU – Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, por disponibilizar recursos imprescindíveis para realização desse trabalho. Essa dissertação se tornou viável graças aos materiais elaborados no Plano de Transporte de Manaus, desenvolvido pelo centro e pela prestatividade dos seus técnicos.

Assim, agradeço a todos os profissionais do CEFTRU que contribuíram, disponibilizando do seu precioso tempo para participar da pesquisa nos julgamentos dos critérios: George, Daniel, Ernesto, Luís Sérgio, Silvia, Heider, Taís, Cristiano, Vicente, Leandro.

Meus agradecimentos especiais à Giovana, por estar sempre disponível a passar seus conhecimentos, participando de forma empolgante do desenvolvimento do trabalho e a Luciany que, como manauara, contribuiu para uma parte importante desse trabalho.

Ao colega da Caixa Econômica Federal de Manaus, Marcelo, que forneceu informações necessárias para o desenvolvimento do Estudo de Caso, e aos colegas de Brasília, pela compreensão e apoio nos momentos finais desse trabalho, em especial a minha supervisora Maria Elisa.

Aos professores do mestrado, pelos conhecimentos transmitidos e por sempre explorar o melhor de cada aluno.

A Júlio pela amizade em nos acolher no mestrado. Pelo apoio e suporte, resolvendo todos os nossos “pepinos”.

Aos companheiros de mestrado, pelos momentos que vivemos juntos em busca dessa realização. Pelos trabalhos realizados, trocas de conhecimento, e também pelos momentos de descontração. Desejo a todos muito sucesso nas novas empreitadas...

Ao CNPq, pela bolsa de estudos que permitiu a minha dedicação exclusiva durante o período de curso das disciplinas.

Enfim, a todos os parentes e amigos, que, perto ou longe, acreditaram no meu potencial, e torceram pelo meu sucesso...

RESUMO

METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE TERMINAIS DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO URBANO

Este trabalho tem o objetivo de desenvolver uma metodologia para localização de terminais urbanos de passageiros do Sistema de Transporte Público Urbano por Ônibus - STPUPO, baseado na premissa de que os terminais, juntamente com os pontos de parada formam um subsistema de terminais. Para essa localização foram identificados os aspectos que influenciam na localização, e que são determinados pela Estrutura Funcional do STPUPO. Tal Estrutura Funcional é formada pelos Modelos Funcional, de Gestão e de Delegação. Os aspectos utilizados para a localização dos terminais foram os dados referentes ao embarque e transbordos de passageiros e a frequência de veículos na rede de transporte público. Esta metodologia está dividida em sete etapas, que correspondem a: definição da área de estudo, definição do horizonte de estudo, montagem do Banco de Dados Geo-referenciado, obtenção da rede de transporte público por ônibus do Modelo Funcional do STPUP, identificação dos locais em potencial para a localização dos terminais do subsistema de terminais, definição dos pontos de parada e terminais e priorização dos terminais. Para a localização e priorização dos terminais foi utilizado o MAH – Método de Análise Hierárquica. Este método consiste em delimitar os critérios que influenciam na localização dos terminais, e posteriormente julga-los e ponderá-los, gerando ao final uma classificação de prioridades para a instalação dos terminais. A metodologia desenvolvida foi aplicada à cidade de Manaus. Ao final obteve-se a localização de um conjunto de terminais que fazem parte do subsistema de terminais de Manaus.

ABSTRACT

METHODOLOGY FOR TERMINAL LOCATION DEFINITION IN THE URBAN PUBLIC PASSENGER TRANSPORTATION SYSTEM

The objective of this work is the development of a methodology for terminal location definition in the Bus Urban Public Passenger Transportation System - BUPPTS. This methodology has as one of its premises that both terminals/stations and bus stops constitute a specific subsystem. Aspects that determine terminal/station locational decisions were identified. These aspects are determined by the Structure of the BUPPTS, which is formed by the functional, the management and the procurement models. The main information used in the methodology was: boarding and transfer, and vehicle frequency data. The methodology is divided into 7 stages: study area definition; time horizon definition; geodatabase development; public transportation network modeling; identification of preferred sites for terminal location; placement of bus stops and terminals, and ranking of alternatives. The developed methodology was applied to the city of Manaus, and a set of locations for the terminals were identified and ranked.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3. HIPÓTESE.....	4
1.4. JUSTIFICATIVA.....	4
1.5. OBJETIVOS.....	5
1.6. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	5
1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	6
2. SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.....	7
2.1. APRESENTAÇÃO.....	7
2.2. CONCEITOS DE SISTEMAS E SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS - STPUP.....	7
2.3. TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	11
3. SUBSISTEMAS DE TERMINAIS.....	12
3.1. APRESENTAÇÃO.....	12
3.2. SUBSISTEMA DE TERMINAIS.....	12
3.3. PONTOS DE PARADA.....	14

3.4.	<i>TERMINAIS OU ESTAÇÕES</i>	18
3.4.1	Classificação dos Terminais	21
3.4.2	Os terminais e os sistemas integrados	25
3.4.3	As funções dentro de um terminal.....	28
3.4.4	Terminais – exemplos no Brasil e no exterior.....	30
3.5.	<i>TÓPICOS CONCLUSIVOS</i>	33
4.	METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE TERMINAIS DE PASSAGEIROS DO STPUPO	37
4.1.	<i>APRESENTAÇÃO</i>	37
4.2.	<i>MODELO OPERACIONAL DO STPUPO</i>	38
4.2.1	Modelo Funcional.....	38
4.2.2	Modelo de Gestão.....	39
4.3.	<i>PONTOS DE ACESSO</i>	41
4.3.1	Ponto de Parada	41
4.3.2	Terminais.....	41
4.3.3	Critérios para identificação dos pontos de acesso.	43
4.4.	<i>METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE TERMINAIS DE PASSAGEIROS DO STPUPO</i>	44
4.4.1	Descrição da proposta metodológica.....	46
	ETAPA 1: Definição da área de estudo.....	46
	ETAPA 2: Definição do horizonte de estudo.	46
	ETAPA 3: Montagem e georreferenciamento do banco de dados.	46

ETAPA 4: Obtenção da rede de transporte público.	47
ETAPA 5: Identificação dos locais em potencial para a localização dos terminais do subsistema de terminais.	47
ETAPA 6: Definição dos pontos de parada e terminais	47
ETAPA 7: Priorização dos terminais	48
4.5. <i>TÓPICOS CONCLUSIVOS</i>	56
5. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA NA CIDADE DE MANAUS – AM.....	59
5.1. <i>APRESENTAÇÃO</i>	59
5.2. <i>APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA DESENVOLVIDA</i>	59
ETAPA 1: Definição da área de estudo.....	59
ETAPA 2: Definição do horizonte de estudo	62
ETAPA 3: Montagem e georreferenciamento do banco de dados.	63
ETAPA 4: Obtenção da rede de transporte público por ônibus do modelo funcional do STPUP	63
ETAPA 5: Identificação dos locais em potencial para a localização dos terminais do subsistema de terminais.	69
ETAPA 6: Definição dos pontos de parada e terminais	70
ETAPA 7: Priorização dos terminais	72
Sub-etapa 1: Definição dos critérios de priorização.....	72
Sub-etapa 2: Ponderação dos critérios por meio de julgamento.....	73
Sub-etapa 3: Análise dos terminais segundo os critérios.	74

5.3.	<i>ANÁLISE DOS RESULTADOS</i>	80
6.	CONCLUSÕES	83
6.1.	<i>APRESENTAÇÃO</i>	83
6.2.	<i>AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA</i>	83
6.3.	<i>RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES</i>	84
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	86

FIGURAS

Figura 1.1: Períodos de crescimento urbano.	2
Figura 2.1: Sistema de transporte, com entradas e saídas.	9
Figura 2.2: Sistema de transporte e seus componentes funcionais.....	9
Figura 3.1: Estação aberta em Lund, Suécia.	30
Figura 3.2: Estações tubo de Curitiba, Brasil.	31
Figura 3.3: Terminal central aberto de Waterloo, Canadá (fachada)	31
Figura 3.4: Terminal central aberto de Waterloo, Canadá (vista interna).....	31
Figura 3.5: Terminal central fechado de Araraquara, Brasil (vista externa).....	32
Figura 3.6: Terminal central fechado de Araraquara, Brasil (plataforma de embarque e desembarque).....	32
Figura 3.7: Estação de ônibus das linhas troncais do sistema Transmilenio de Bogotá, Colômbia	32
Figura 3.8: Estação no corredor de trólebus de Quito, Equador.	33
Figura 4.1: Funções do ponto de parada e aspectos que influenciam as suas características físicas.....	41
Figura 4.2: Funcionalidades de um terminal.	42
Figura 4.3: Determinação do tipo de acesso a partir de combinações entre critérios de frequência e embarque.....	43
Figura 4.4: Processo metodológico para a localização de terminais.	45
Figura 4.5: Estrutura Hierárquica para determinação da localização de terminais.	48

Figura 5.1: Mapa de localização do município de Manaus - AM	60
Figura 5.2: Ocupação e vetores de expansão no início da década de 80.....	61
Figura 5.3: Ocupação e vetores de expansão no final da década de 80 e início da década de 90	61
Figura 5.4: Ocupação e vetores de expansão no final da década de 90.....	62
Figura 5.5: Linhas de desejo por Zona de Tráfego.....	63
Figura 5.6: Linhas de desejo por Macrozonas.....	63
Figura 5.7: Pólos de Desenvolvimento da Cidade de Manaus.	64
Figura 5.8: Pontos de Articulação da Cidade de Manaus.....	65
Figura 5.9: Infra-estrutura viária e fluxos de deslocamento.....	65
Figura 5.10: Estrutura do Modelo Funcional	66
Figura 5.11: STPUPO da Cidade de Manaus.	67
Figura 5.12: Linhas Estruturais Propostas.....	67
Figura 5.13: Linhas Locais Propostas.	68
Figura 5.14: 51 nós de maior movimentação de passageiros no sistema	70
Figura 5.15: Nós que necessitam de infra-estrutura maior que um ponto de parada e terminais existentes.	71
Figura 5.16: Estrutura Hierárquica para determinação da localização de terminais.	72
Figura 5.17: Novos terminais e hierarquia de importância.	79

TABELAS

Tabela 3.1: Faixas usuais de distâncias entre paradas em relação aos modos de transporte	15
Tabela 3.2: Vantagens e desvantagens de um maior distanciamento entre paradas para os usuários, operadores e a comunidade.	16
Tabela 3.3: Distância máxima para equipamentos urbanos no planejamento de rotas de pedestres.	17
Tabela 3.4: Recomendações da EBTU para os projetos de terminais.....	20
Tabela 4.1: Escala fundamental de julgamentos.	50
Tabela 4.2: Análise comparativa entre critérios do Nível I.	51
Tabela 4.3: Análise comparativa entre critérios do Nível II: Demanda.....	51
Tabela 4.4: Análise comparativa entre critérios do Nível II: Aspectos físicos	51
Tabela 4.5: Cálculo da ponderação do Nível I.	52
Tabela 4.6: Cálculo da ponderação do Nível II – Demanda.....	53
Tabela 4.7: Cálculo da ponderação do Nível II – Aspectos físicos.....	54
Tabela 4.8: Classificação da pontuação dos critérios.....	54
Tabela 4.9: Notas dos critérios para cada alternativa (TN_n).....	55
Tabela 4.10: Cálculo e ponderação das alternativas.....	56
Tabela 5.1: Nós identificados como terminais e os critérios de determinação.	71
Tabela 5.2: Julgamento dos critérios do Nível I.....	73
Tabela 5.3: Análise comparativa entre critérios do Nível II: Demanda.....	74

Tabela 5.4: Análise comparativa entre critérios Nível II: Aspectos Físicos	74
Tabela 5.5: Classificação da pontuação dos critérios.....	75
Tabela 5.6: Notas dos critérios para cada alternativa.....	77
Tabela 5.7: Cálculo e ponderação das alternativas.....	78
Tabela 5.8: Classificação dos terminais por importância para a implantação.....	79

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento e crescimento urbano levam ao surgimento de novas áreas de ocupação e, conseqüentemente, de novos centros que geram novas viagens e exigem novas configurações para o Sistema de Transporte Público Urbano de Passageiros (STPUP). Os tipos de linhas utilizados para a configuração do sistema inicial (radiais, diametrais e circulares) já não atendem toda a área urbana e o surgimento de novos tipos de linhas (alimentadoras, troncais etc) torna-se inevitável. Assim, à medida que uma cidade cresce o STPUP torna-se mais complexo.

A relação entre o crescimento das cidades e o sistema de transporte foi estudada por Molinero (1998). Ele desenvolveu um modelo teórico de desenvolvimento ideal do transporte, considerando a dinâmica de uma área urbana, suas mudanças de densidade e as questões espaciais. O resultado desse modelo é uma análise das condições ótimas de operação dos meios de transporte baseada nos quatro períodos de crescimento das cidades, partindo de um assentamento humano até chegar a uma metrópole. Molinero e Arellano (1998) mostram as fases de crescimento das cidades em três regiões: México, Estados Unidos e Europa, e a relação dos tamanhos populacionais com os meios de transporte implantados (Figura 1.1). Pode-se comparar, nesse aspecto, as cidades brasileiras com as americanas visto que a implantação do metrô, quando acontece, ocorre nas regiões metropolitanas com mais de 2 milhões de habitantes. Nas cidades brasileiras, como nas demais cidades do mundo, se nota que o crescimento urbano influencia diretamente na reformulação dos sistemas de transporte de passageiros.

PERIODO DE CRECIMIENTO	ESQUEMA	MEXICO (hab)	EUROPA (hab)	ESTADOS UNIDOS (hab)
ASENTAMIENTO HUMANO		100,000	50,000	100,000
PUEBLO		100,000 A 1,000,000	300,000	100,000 A 500,000
CIUDAD DE MEDIANO TAMAÑO		1,000,000 A 5,000,000	3,000,000 A 1,300,000	500,000 A 2,000,000
GRAN METROPOLI		MAS DE 5,000,000	MAS DE 1,300,000	MAS DE 2,000,000

Figura 1.1: Períodos de crescimento urbano.

Fonte: Molinero (1998)

Segundo EBTU (1988), o STPUP corresponde à estrutura de transporte público urbano com seus vários modos, expresso através dos tipos de serviços e linhas, suas características operacionais, os níveis tarifários, as conexões intermodais, o relacionamento com o usuário, os equipamentos e serviços necessários à operação.

No caso do STPUP por ônibus, o crescimento urbano e a conseqüente necessidade de reestruturação do sistema demandam uma reformulação no serviço ofertado, incluindo a implantação de elementos de infra-estrutura do sistema, para garantia do atendimento adequado de toda população da cidade.

A infra-estrutura se mostra cada vez mais complexa à medida que ocorre o crescimento das cidades. A rede viária, a organização da circulação, os veículos que circulam e os elementos de acesso do usuário ao sistema formam os subsistemas do STPUP.

1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Os subsistemas do STPUP são originados do aumento de complexidade do sistema de transporte gerado pelo aumento das cidades e das novas e conseqüentes exigências dos usuários do sistema de transporte. A configuração desses subsistemas está submetida às decisões do Poder Público, que tem o papel de gerir o STPUP e determinar suas diretrizes relativas à estrutura funcional, de gestão e de delegação. Através dessas diretrizes, muitas vezes impostas às empresas operadoras, fica determinada a oferta do serviço.

No caso dos terminais urbanos de passageiros, o crescimento das cidades exige, geralmente, o aumento de seu número e na diversidade de seus tipos, caracterizados de acordo com a função que exercem no sistema e sua relação com os demais elementos do STPUP (MOLINERO, 1998). Com o objetivo maior de integrar o usuário ao STPUP, o Subsistema de Terminais (ST) é composto por pontos de parada e estações ou terminais.

Os terminais são elementos mais complexos que os pontos de parada e possuem uma configuração física determinada pelo tamanho e forma. Esses aspectos são influenciados diretamente pelas funções exercidas pelos terminais. Entre as funções que um terminal de passageiros pode abranger estão além do embarque, desembarque e transbordo de passageiros, os comércios, serviços e atividades administrativas do STPUP, como a fiscalização de sua operação. Essas funções são determinadas por meio da estrutura funcional do sistema determinada pelos Modelos Funcional, de Gestão e de Delegação. O tamanho e a forma de um terminal são determinados por características da estrutura funcional como: tipos de integração existentes no STPUP, número de linhas e tamanho da frota que utilizará a área do terminal, áreas de fiscalização, dentre outros. Além dos aspectos referentes ao sistema de transporte, aspectos ligados ao ambiente interferem nos terminais, como a topografia, hidrografia e disponibilidade e tamanho dos terrenos no

ambiente urbano. Assim, é importante o desenvolvimento de uma metodologia para a localização dos terminais urbanos de passageiros.

Tem-se então como questão do problema: Como definir a localização do conjunto de Estações Terminais de um STPUP por ônibus nas cidades de médio a grande porte?

1.3. HIPÓTESE

Um conjunto de estações terminais é definido espacialmente em um contexto de Subsistema de Terminais – ST definidas pelas diretrizes baseadas na estrutura funcional, no modelo de gestão e validadas pelo modelo de delegação do STPUP.

Como hipótese secundária tem-se:

- As diretrizes definidas quanto a sua estrutura funcional, modelo de gestão e de delegação acerca do STPUP determinarão as características necessárias a cada terminal do ST, e, conseqüentemente, as características das áreas onde estes irão ser localizados.

1.4. JUSTIFICATIVA

A configuração de um terminal de passageiros é formada pelo conjunto de suas funções e da sua forma. Além de ser um ponto de integração entre o usuário, os veículos e o sistema viário, ele oferece ao usuário o acesso ao transporte, e pode possuir outras funções operacionais. O terminal serve, ainda, de equipamento de apoio para administração e fiscalização do STPUP. Essas funções devem ser previamente determinadas por meio das diretrizes referentes à Delegação e à Gestão do STPUP.

Outras funções que podem ser acopladas ao terminal são as de comércio e serviço. Estruturas de comércio como shoppings e supermercados, e de serviços como correios, bancos e órgãos públicos acoplados ao terminal irão demandar uma infra-estrutura adequada a estas funções. Esses aspectos influenciam no tamanho e na localização em relação ao uso e ocupação do solo da área necessária para implantação do terminal.

Outras características que determinam a localização do terminal são as referentes à operação do STPUP, como número de linhas que utilizam o terminal, a demanda, o tamanho da frota e os tipos de integração adotados no STPUP. Essas características também são determinadas de acordo com a estrutura funcional pensada para o STPUP. Dessa forma, a localização de um terminal deve ser determinada de acordo com sua configuração e esta deve ser baseada nos Modelo Funcional, de Gestão e de Delegação.

1.5. OBJETIVOS

O objetivo dessa pesquisa é o desenvolvimento de uma metodologia para definir a localização de um conjunto de estações terminais baseado na premissa que estas devem fazer parte de um Subsistema de Terminais do STPUP.

Os objetivos específicos são:

- identificação dos tipos de estações, suas funções e configurações físicas;
- identificação das variáveis que influenciam na demanda por estações;
- identificação das variáveis que determinam a escolha das áreas onde serão implantadas as estações;
- definição de critérios, a partir das variáveis identificadas, para localização das estações.

1.6. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para elaboração do presente estudo utilizou-se o método hipotético-dedutivo. A pesquisa visa confirmar uma hipótese desenvolvida a partir de um problema anteriormente identificado.

Inicialmente apresenta-se o referencial teórico do trabalho baseado na revisão da literatura a cerca do sistema de transporte público e do subsistema de terminais. Tal etapa proporcionou o embasamento para o desenvolvimento da metodologia de localização para os terminais urbanos de passageiros. Para verificação da metodologia desenvolvida, esta foi aplicada a um estudo de caso, que consistiu na localização dos terminais da cidade de

Manaus baseado em um conceito de subsistema de terminais. As etapas do trabalho estão melhor detalhadas a seguir.

1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação é composta por 6 partes, a saber:

- Capítulo 1: Introdução – onde são apresentados o tema, a definição do problema, hipótese e metodologia da pesquisa desenvolvida.

- Capítulos 2 e 3 – compostos pelo referencial teórico utilizado para respaldar a metodologia desenvolvida. Baseados na bibliografia existente foram abordados os seguintes assuntos: conceitos de sistema abrangendo o sistema de transportes (Capítulo 2), e subsistema de terminais (Capítulo 3).

- Capítulo 4 – apresenta a metodologia desenvolvida para a localização dos terminais do ST do STPUP.

- Capítulo 5 – demonstra a metodologia desenvolvida através do estudo de caso. A cidade escolhida para a aplicação da metodologia desenvolvida foi a cidade de Manaus – AM. Tal escolha se deve ao fato de Manaus ser uma cidade grande porte e atualmente estar passando por um processo de reavaliação do seu sistema de transporte.

- Capítulo 6 – Conclusões - é feita a avaliação da metodologia desenvolvida e apresentadas sugestões e recomendações para futuros trabalhos.

2. SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

2.1. APRESENTAÇÃO

Este capítulo visa explicitar os conceitos de sistema e subsistema com o objetivo de entender a composição de um Sistema de Transporte. Partindo de conceitos gerais sobre sistemas, tenta-se conduzir ao entendimento do que é o Sistema de Transporte Público Urbano de Passageiros - STPUP e seus elementos componentes.

2.2. CONCEITOS DE SISTEMAS E SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS - STPUP

Para a melhor compreensão do que é o STPUP, é conveniente apresentar algumas definições para o termo “sistema”.

Segundo Setti & Widmer (1999) apud Almeida (2001), um sistema é um grupo de componentes interagindo para desempenhar uma tarefa ou atingir um objetivo definido. Kawamoto (1994), por sua vez, define sistema como “(...) *um conjunto de partes que se interagem de modo a atingir um determinado fim, de acordo com um plano ou princípio*”. Para Fernandes (2003), “*um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos inter-relacionados que interagem no desempenho de uma função*”.

Finalmente, Almeida (2001) defende que um sistema é constituído por “um conjunto de elementos que interagem de forma dinâmica, gerando-se atividades a fim de atingir-se objetivos e propósitos preestabelecidos”. Cada sistema possui então um conjunto de idéias, informações, propósitos e objetivos que devem ser tratados de maneira organizada e dinâmica.

As definições colocadas nos parágrafos anteriores são definições abrangentes, podendo ser utilizados em vários contextos como: sistema econômico, sistema computacional, sistema

solar, etc. Cabe, assim, restringir o enfoque que é tratado neste trabalho para o de Sistemas de Transporte, cujo objetivo principal é o deslocamento de pessoas e cargas e para isso estão interligados diversos elementos como infra-estruturas, mão-de-obra, dentre outros. Uma abordagem sistêmica segundo Kawamoto (1994) “*é um processo de análise no qual se procura disciplinar o bom-senso e a intuição através de um raciocínio lógico e uma análise formal do problema*”. Essa análise é feita pela união de equipes interdisciplinares com ênfase na interação e na avaliação permanente.

Os conceitos de sistema relacionam os seguintes elementos: o meio ambiente, entrada (recursos), saídas (resultados), retro-alimentação (controle) e modelo (Kawamoto, 1994). O meio ambiente é o conjunto de objetos que não fazem parte do sistema, mas que exercem influência sobre o mesmo. Recursos são as pessoas, materiais, informações etc. fornecidos ao sistema. A partir da utilização do sistema, esses recursos se tornam as saídas (resultados). A retro-alimentação viria a suprir falhas na entrada (recursos) e o modelo é uma forma de se representar simplificada o sistema para facilitar a sua análise e/ou seu projeto. A maior vantagem do modelo é que este permite uma experimentação e/ou estudos de situações que ainda não existem ou que não devam existir.

Com base nos conceitos apresentados anteriormente, pode-se entender que o STPUP é formado por um conjunto de partes (veículos, vias, terminais) que interagem de modo a promover o deslocamento espacial das pessoas em ambiente urbano. O ambiente do sistema seria formado, então, por todas as atividades desenvolvidas na cidade e que têm relação com o transporte: moradia, comércio, serviços, indústrias, escolas, enfim, o uso do solo urbano. As entradas são os insumos consumidos na produção do transporte como as pessoas, veículos, combustível, mão de obra etc. Já as saídas são as pessoas que foram transportadas bem como subprodutos geralmente indesejáveis como fumaça, ruídos etc (Figura 2.1). Os passageiros entram no sistema através dos terminais e dos pontos de parada e saem ao longo do percurso da linha (pontos de parada) ou em outro terminal.

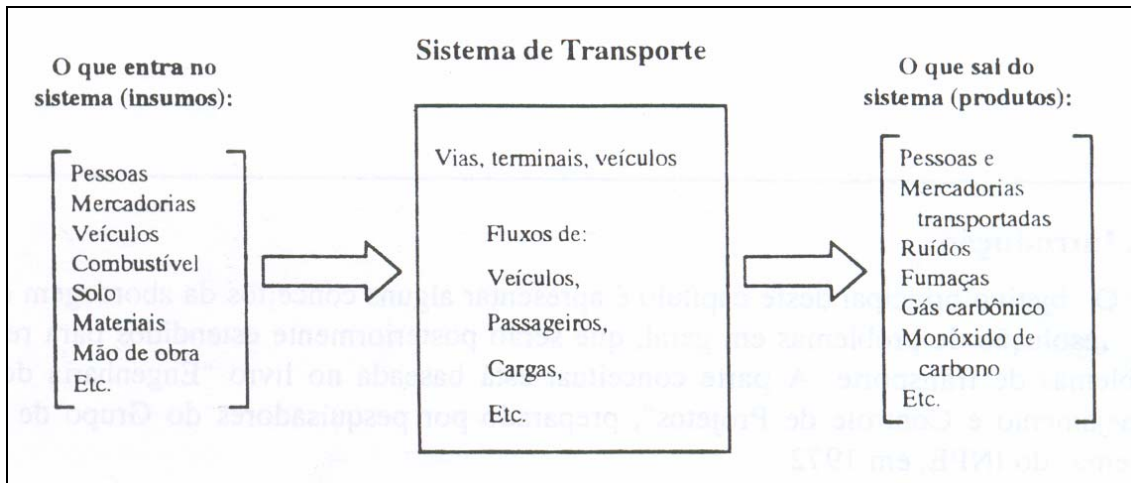


Figura 2.1: Sistema de transporte, com entradas e saídas.

Fonte: KAWAMOTO (1994)

Os elementos inter-relacionados de um sistema são chamados de componentes, subsistemas ou subunidades (Fernandes, 2003). Morlok (1978) considera que os componentes funcionais de um sistema de transporte são os veículos, as vias, os terminais e o plano operacional, recebendo influências do ambiente onde está inserido. Esses componentes e suas relações estão ilustrados na Figura 2.2, elaborada por Almeida (2001), que também adiciona os veículos como um subsistema do transporte urbano.

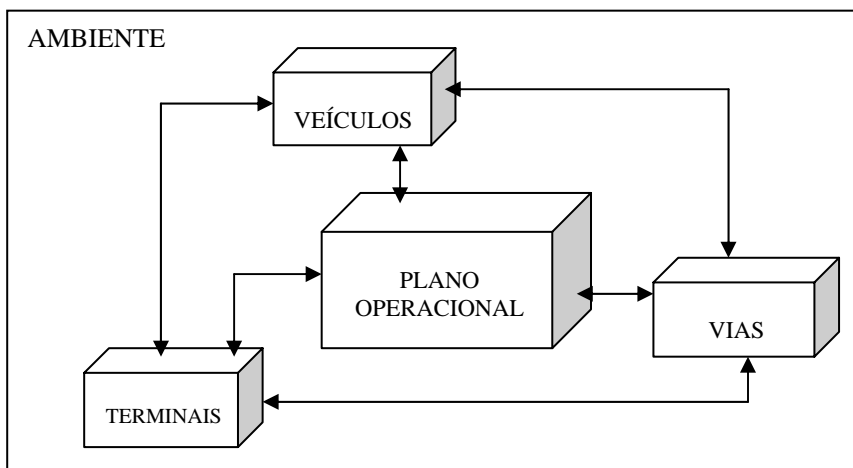


Figura 2.2: Sistema de transporte e seus componentes funcionais.

Fonte: ALMEIDA (2001)

A qualidade, custos e capacidade do sistema de transporte dependem da atuação conjunta de todos esses componentes funcionais:

Veículos - são os responsáveis pelo deslocamento de pessoas e cargas de maneira segura e eficiente, através das vias.

Rede viária - é onde ocorrem os deslocamentos de veículos, seja rodoviário, aeroviário ou hidroviário, ligando dois ou mais pontos. São compostos pelas vias e pelas interseções.

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.

Plano de operação - é um conjunto de facilidades e procedimentos usados para se obter um funcionamento adequado e eficaz do sistema. Garante a circulação dos veículos e o bom funcionamento dos terminais.

Seguindo a mesma idéia, pode-se afirmar que os subsistemas são formados por elementos que relacionados desempenham uma função *específica* dentro do sistema. Assim, no caso do STPUP por ônibus, todos os pontos de acesso ao sistema podem caracterizar um subsistema de terminais. Esse subsistema seria, então, formado pelas estações e pelos pontos de parada e possuiria como objetivo principal a integração do usuário ao sistema através do fornecimento da estrutura necessária para fazer a ligação do usuário aos veículos.

Devido a essa importância dentro do sistema de transportes faz-se necessário conhecer o Subsistema de Terminais e seus elementos. Isto será adequadamente abordado no capítulo que segue.

2.3. TÓPICOS CONCLUSIVOS

- Os sistemas são um conjunto de elementos que inter-relacionados exercem uma função preestabelecida. Esses elementos podem ser nominados como componentes ou subsistemas do sistema.
- No caso dos Sistemas de Transporte, elementos como infra-estruturas, mão-de-obra são interligados com o objetivo principal de realizar os deslocamentos de pessoas e cargas.
- Os subsistemas do Sistema de Transportes são: subsistema de terminais, vias, veículos e o Plano Operacional. Esses elementos estão interligados, exercendo funções específicas dentro do sistema.
- O Subsistema de Terminais possui a função de integração do usuário com o sistema de transporte. É formado pelos terminais e pontos de parada e interage diretamente com os subsistemas de vias e veículos.

3. SUBSISTEMAS DE TERMINAIS

3.1. APRESENTAÇÃO

Este capítulo consiste em uma revisão bibliográfica sobre os Subsistemas de Terminais do STPUP por ônibus. São apresentadas conceituações sobre o subsistema de terminais e seus componentes, com o objetivo de compreender, a partir do entendimento de alguns autores, a participação destes dentro do STPUPO. Para isso, além dos conceitos sobre pontos de parada e terminais, este capítulo trata das suas características, funções e interferências no sistema de transporte. Tais aspectos embasam a metodologia desenvolvida.

3.2. SUBSISTEMA DE TERMINAIS

Segundo a EBTU (1988) uma das infra-estruturas do sistema de transporte público são as áreas terminais, que consistem na agregação de um conjunto de pontos terminais de diferentes linhas numa mesma área, em geral, junto ao centro urbano das cidades (ou subcentros principais). Podem estar situadas em um mesmo ponto (terminal urbano) ou serem distribuídos ao longo das calçadas nas áreas centrais da cidade. Essas áreas terminais são determinadas em decorrência direta da estrutura operacional planejada para o sistema de transporte.

O Subsistema de Terminais (ST) é formado pelos pontos de parada e as estações, elementos de integração entre o sistema e o usuário. Segundo Molinero (1998) estes elementos são componentes importantes do STPUP, pois oferecem uma influência considerável na operação, já que:

- limitam a capacidade de linha e por onde o número de unidades de transporte podem operar,
- sua distribuição e espaçamento devem ser adequados para atrair o usuário,
- exercem influência no consumo de combustível o qual variará segundo um maior ou menor número de paradas.

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, 2000).

Segundo a EBTU (1985), os terminais e os pontos de parada são elementos articuladores que fazem a interface dos usuários com o transporte público. Cabe, então, uma diferenciação dos dois equipamentos. Essa diferença está basicamente no fato que nos terminais há um grande número de linhas terminando ou iniciando seus itinerários, enquanto que os pontos de parada estão ao longo desses itinerários. Tais características diferenciam o tempo de permanência dos veículos em cada um desses equipamentos. Enquanto nos pontos de paradas o tempo deve ser somente para embarque e desembarque dos passageiros, nos terminais o tempo pode ser maior, tornando-o um local propício para a fiscalização operacional do sistema para descanso dos funcionários.

Ainda segundo a EBTU (1988), o desempenho do transporte público está relacionado ao atendimento às expectativas do usuário. Este pondera, para utilização do sistema, os seguintes aspectos: confiabilidade, tempo de deslocamento, acessibilidade, conveniência, segurança e custo (tarifas). Dentre esses aspectos alguns se destacam com relação aos pontos de acesso ao sistema. São eles:

- **acessibilidade:** caracteriza a facilidade de ingresso ao transporte público. É proporcional ao tempo de acesso para/do ponto de parada em conjunto com o tempo de espera do veículo (acessibilidade locacional e temporal respectivamente).

- **conveniência:** são aspectos relativos à operação do sistema (transferências, período de operação, nível de oferta do serviço no entre - pico, sistema de cobrança) e aspectos físicos (condições dos pontos de embarque e transferência, informações sobre os serviços, disponibilidade de estacionamentos agregados aos grandes terminais de bairros).

Ferraz e Torres (2004) acrescentam ainda aos aspectos listados pela EBTU outros fatores que influenciam na qualidade do transporte público urbano. Além da confiabilidade, acessibilidade e segurança, devem ser observados: a frequência no atendimento, o tempo da viagem, a lotação dos veículos, as características dos veículos, as características dos locais de parada, o sistema de informações, a conectividade, o comportamento dos operadores e o estado das vias.

Esses aspectos estão diretamente ligados à operação dos pontos de acesso ao sistema (pontos de parada e terminais). Para um melhor entendimento do papel de cada elemento de um Subsistema de Terminais é interessante detalhar cada um destes. Segue então as considerações sobre os pontos de parada e as estações do ST.

3.3. 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 para proporcionar maior conforto e comodidade aos usuários durante a espera do veículo, destacando-se: abrigo, iluminação própria, sinalização, banco, lixeira e informações operacionais sobre os serviços disponibilizados na rede de transporte.

Alguns aspectos inerentes aos pontos de parada afetam a eficiência na prestação dos serviços de transporte público coletivo, especialmente a localização das paradas e a distância entre esses pontos. A implantação requer certos cuidados na escolha do local, devendo ser evitada a colocação de paradas defronte a garagens, em curvas, rampas acentuadas e muito próximas a cruzamentos com elevado volume de tráfego (Ferraz e Torres, 2004; NTU, 2004). Assim, devem ser considerados, além da localização, aspectos como dimensionamento, instalações e informações requeridas, dentre outros aspectos, com o fim de reduzir o tempo e oferecer maior qualidade e segurança no serviço, assim como a redução dos efeitos negativos que as paradas provocam no trânsito em geral.

Segundo Molinero (1998), os pontos de parada são os locais onde acontecem os embarques e desembarques de passageiros e estão situados ao longo do itinerário das linhas. O tempo utilizado para essas atividades nas paradas é determinante para definir a capacidade da linha. Esse processo de embarque e desembarque se reflete da seguinte maneira:

- tempo requerido para efetuar a parada (desaceleração)
- tempo de embarque e desembarque (veículo parado)
- tempo requerido para realizar a saída (aceleração)

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. Na Tabela 3.1 estão registradas as faixas usuais de distâncias entre paradas em relação aos modos de transporte.

Tabela 3.1: Faixas usuais de distâncias entre paradas em relação aos modos de transporte

Modos de transporte	Ônibus	Bonde	VLT	Metrô	Trem suburbano
Faixas de distâncias (metros)	200 – 600	200 – 600	400 – 1.000	700 – 2.000	1.500 – 4.000

Fonte: Ferraz e Torres (2004).

Também é importante analisar detalhadamente as paradas em relação ao desenho da rota, de forma a trazer benefícios tanto para os usuários como para os operadores e a própria comunidade. As vantagens e desvantagens de uma maior distância entre as paradas para esses três grupos citados são apresentados na Tabela 3.2:

Tabela 3.2: Vantagens e desvantagens de um maior distanciamento entre paradas para os usuários, operadores e a comunidade.

	Vantagens	Desvantagens
Usuários	<ul style="list-style-type: none"> • Maior velocidade da viagem • Economia de tempo • Maior comodidade (menor número de acelerações e desacelerações) 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior distância para caminhar até a parada
Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Menor número de veículos para uma determinada operação • Menor consumo de energia • Menor desgaste do veículo • Menor infra-estrutura (coberturas e sinais) • Melhora do potencial das demais paradas 	
Comunidade	<ul style="list-style-type: none"> • Menor espaço ocupado pelas paradas • Facilidade de fazer respeitar as sinalizações restritivas • Menor interferência no trânsito • Menor poluição e ruídos 	

Fonte: Molinero, 1998

Segundo a EBTU (1988), os pontos de parada mais importantes, ou seja, que atendem à grandes volumes de usuários e/ou ônibus, em geral estão localizados nos principais corredores de transporte e o desempenho operacional destes pode interferir no desempenho de todo o corredor.

Os pontos de parada em áreas comerciais devem ser localizados mais espaçadamente que nas áreas residenciais, apesar de nestas áreas haver uma maior concentração de pessoas e viagens. É importante considerar quando da localização dos pontos de parada o comportamento dos potenciais usuários do transporte público. Em áreas de comércio, onde as atividades são mais diversas e intensas, tende-se a aceitar maiores percursos no modo a pé (Magalhães *et al*, 2004), do que em áreas onde o entorno é menos atrativo (áreas residenciais). Maior distância entre os pontos de parada proporciona uma maior fluidez no tráfego local que, nas áreas comerciais tende a ser intenso. Assim, nesses locais é mais indicado que os pontos de parada sejam mais distantes entre si, porém com uma infra-estrutura mais elaborada para atender uma alta concentração de usuários.

Segundo Gondim (2001), é evidente a influência do desenho das vias nas condições de segurança, de conforto, de atratividade e operacionalidade dos meios de transporte, como também no desempenho das atividades econômicas e funções urbanas, podendo ditar a valorização ou desvalorização dos lotes e edificações. Assim, deve-se lembrar que o ideal é que, juntamente com a infra-estrutura dos pontos de parada, os centros comerciais tenham seus espaços adequados para garantir o fluxo de pedestres com conforto e segurança, tornando o percurso agradável aos usuários.

Como referido anteriormente, as distâncias de percurso dos pedestres são parâmetros importantes no momento de localizar um ponto de parada. O estudo de Prinz (1980) levanta e padroniza uma série de distâncias para a determinação da localização de equipamentos urbanos. Na Tabela 3.3 estão as distâncias relacionadas a alguns desses equipamentos.

Tabela 3.3: Distância máxima para equipamentos urbanos no planejamento de rotas de pedestres.

Destino	Distância máxima (m)
Jardim infantil e escola primária	600
Escola secundária	1000
Compras diárias	600
Compras semanais	1000
Instalações para a terceira idade	600
Garagens de transporte público	600
Estação	1000
Campo de jogos	500 a 1000
Instalações esportivas na cidade	1000 a 1500
Local de Trabalho	1000 a 1500

Fonte: PRINZ, 1980

Por fim, cabe ressaltar que pontos de parada mais estruturados poderão ser nomeados de terminais de integração caso nele aconteçam os transbordos. Tal atividade é bastante interessante em locais de comércio, pois é onde geralmente há uma demanda pela integração seja ela tarifária ou não.

3.4. TERMINAIS OU ESTAÇÕES

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. A palavra estação é definida como um local de paragem ou pausa, onde se processa embarque e desembarque de passageiros e/ou carga de trem, navio, ônibus, avião, etc. E, no caso das estações rodoviárias, são onde ocorrem os embarques e desembarques de passageiros de linhas de ônibus interurbanos, interestaduais e internacionais.

Sant’Anna (2001) também afirma que os *terminais* são os locais onde se iniciam ou terminam as viagens realizadas pelo modo de transporte público. Considera que a viagem dos usuários do sistema de transporte abrange mais de um modo, considerando-se inclusive a caminhada desde sua residência até o acesso ao sistema. Para Sant’Anna (2001) são considerados terminais também os pontos de parada distribuídos ao longo dos itinerários das linhas. Assim, essas instalações desempenham importante papel no sistema de transporte público, pois permitem a interação com áreas vizinhas e entre vários modos de transporte privados ou públicos.

De certa forma Saraiva (2000) concorda com Sant’Anna (2001) quando emprega o termo **ponto de troca** para designar todos os locais onde os usuários realizam mudança de modos de transporte. Considerando a caminhada como um modo de transporte, Saraiva afirma que todos os pontos de parada e os terminais poderiam ser qualificados de pontos de troca. Dentre os dois tipos de ponto de troca deve-se ressaltar os terminais visto que, comumente, estes são voltados para o atendimento de um grande número de usuários. Devem possuir três objetivos: encorajar o uso do transporte público, fornecer a maneira mais fácil e conveniente aos usuários de prosseguimento da viagem, e aumentar a efetividade do STPUP. Enfim, é importante o estudo dessas instalações, pois desempenham um importante papel no STPUP.

Segundo Vasconcellos (2005) os terminais são construções especiais para operação dos ônibus e podem ser rodoviários, para ônibus interurbanos, ou municipais, para atender aos ônibus das cidades.

Os terminais são áreas reservadas para a operação de grande quantidade de pontos extremos de linhas estando diretamente vinculadas ao modelo físico-operacional formulado para o STPUP. Seu projeto, determinado pela estrutura das linhas e pela funcionalidade de todo o sistema, facilita o controle operacional e a realização de transferências entre linhas. (EBTU, 1988)

A escolha do local de implantação dessas instalações ganha especial relevância, devendo ser efetuada de forma criteriosa, pois os terminais possuem grande potencial para causar impactos urbanos (degradação urbana) e ambientais (ruídos) (Ferraz e Torres, 2004; NTU, 2004). Em função do local de implantação, o terminal pode ser central, quando localizado em região central da cidade, ou periférico, quando situado fora da região central (NTU, 2004). Além disso, os terminais podem ser classificados em função do controle tarifário. Nesse sentido, o terminal pode ser aberto, permitindo a integração física, ou fechado, possibilitando também a integração tarifária. Entretanto, é possível ocorrer a integração tarifária em terminais abertos, mediante a utilização de validador eletrônico nos coletivos e de bilhetes ou cartões inteligentes, sendo, nesses casos, denominados de terminais mistos (Ferraz e Torres, 2004; NTU, 2004).

Os terminais devem proporcionar, ainda, conforto, segurança e comodidade para os usuários do sistema de transporte público, bem como garantir segurança, confiabilidade e pontualidade na operação dos coletivos. Contudo, a ocorrência de integração favorece o desenvolvimento de atividades comerciais e de serviços que dificultam a circulação de pessoas, principalmente quando situadas junto às plataformas de embarque e de desembarque (Ferraz e Torres, 2004; NTU, 2004).

Esses aspectos mostram que os terminais são componentes que influenciam no desempenho operacional do STPUP. Segundo Sant'Anna (2001), quanto ao aspecto físico-

operacional, os terminais de integração só devem ser implantados se promoverem a transferência de veículos que exercem função alimentadora para veículos mais rápidos e confortáveis, como metrô e trens que operam em vias segregadas ou como ônibus especiais que operam em corredores exclusivos.

A EBTU (1988), ainda que sem grande aprofundamento, recomenda alguns critérios de caráter operacional e de conveniência e conforto do usuário para orientação dos projetos dos terminais, como mostra a Tabela 3.4:

Tabela 3.4: Recomendações da EBTU para os projetos de terminais.

Operacionais	Para o conforto dos usuários
<ul style="list-style-type: none"> - Entrada e saída dos ônibus devem ser em pistas independentes; - A circulação deve permitir a ultrapassagem dos ônibus estacionados; - Área para pequenos reparos nos veículos; - As travessias de pedestres devem estar concentradas, sinalizadas e com boa visibilidade recíproca (pedestres x motoristas); - Nas entradas/saídas devem existir cabines de controle para uso das equipes de fiscalização. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plataformas devem ser largas (>3,0 m) para possibilitar a formação de filas e circulação de pedestres; - Plataformas devem estar providas de cobertura (contínua, localizada ou completa, conforme o caso e os recursos financeiros); - Junto ao terminal devem ser implantados equipamentos públicos como postos de correio, telefone, sanitários, bancas de jornal, postos de informação. Posto policial, venda de passes, etc.

Fonte: EBTU (1988)

Apesar da bibliografia existente sobre os terminais não ser detalhada no que diz respeito ao dimensionamento dos terminais percebe-se que, diante dessas recomendações, para a implantação de um terminal é necessária a disponibilidade de uma grande área urbana próxima aos bairros que esse terminal pretende atender.

Segundo Barbosa (1982) “o terminal é uma parte do sistema de transporte onde se dá a interface entre dois ou mais modos de transporte, ou entre suas diferentes rotas do mesmo modo e no qual se fornece arranjos especiais para facilitar a transferência entre dois serviços distintos”.

Assim, um terminal municipal, mais comumente chamado terminal rodoviário urbano ou estação rodoviária urbana, pode ser definido como um local onde acontecem os embarques e desembarques de passageiros, e para onde convergem as linhas da rede de transporte urbano de passageiros por ônibus, terminando e iniciando as viagens, fazendo a integração com outros modos de transporte quando da sua existência.

Vasconcellos (2005) coloca que os terminais municipais são locais que servem para as pessoas trocarem de ônibus e com isso atingirem seus destinos finais. E essa troca não é desejada pelos usuários, que certamente preferem as linhas diretas. Porém, muitas vezes a implantação de um terminal se torna necessária para a otimização do sistema de transporte da cidade e viabilização das ligações onde a demanda é pequena. Nesse caso, os terminais devem ser planejados para que o tempo de transferência entre linhas seja o mínimo.

A inexistência de terminais urbanos faz com que as ruas passem a prestar os serviços de embarque e desembarque de passageiros, evidentemente de forma precária, provocando transtornos no tráfego, danos ao pavimento e inconveniências no uso do solo lindeiro. (EBTU, 1988).

3.4.1 Classificação dos Terminais

Os terminais ou estações podem ser classificados segundo suas características e funções dentro do ST. Segundo a bibliografia pesquisada foram identificados alguns tipos de terminais: estações de transferência, estações terminais e estações de bairro. Nos tópicos seguintes estão colocadas as características de cada tipo de terminal.

1.1.1.1 Estações de Transferência

Para Molinero (1998) a estação de transferência facilita o intercâmbio entre meios de transporte evitando confusões em seus transbordos, reduzindo as distâncias percorridas e melhorando as condições de transporte. A estação de transferência propicia uma operação mais eficiente ao fazer uma melhor utilização dos recursos. Sua construção deve acontecer quando:

- existe uma forte concentração de ônibus que operam em rotas alimentadoras.

- quando as atividades de embarque e desembarque de passageiros de uma série de linhas interfere severamente no trânsito.
- existe uma oferta de espaço em quantidade suficiente e em um lugar indicado.

Uma estação de transferência é uma infra-estrutura projetada para facilitar o intercâmbio de passageiros, contando com instalações adequadas assim como as posições ou baias necessárias para acomodar o número de veículos que convergem a esse ponto. O TRB (2003) coloca que uma estação ou centro de transferência pode estar tanto totalmente quanto parcialmente fora da via, possuindo uma estrutura mais elaborada que um ponto de parada. Essa estrutura pode atender a outros modos de transporte público, como ônibus intermunicipais ou trens, e estar associados a outros serviços como pontos de taxis e vendas de passagens.

O tamanho e a capacidade de uma estação de transferência, assim como seu esquema de operação interna, são determinados em função dos volumes, da forma de chegada e dos padrões de demanda dos usuários. Também devem ser considerados o número de unidades, e suas práticas operacionais, dando destaque para a forma de cobrança além da frequência do serviço e os tempos dos veículos no terminal. Deve-se considerar também as vias de acesso em relação às vias do entorno onde o terminal é implantado.

1.1.1.2 Estações Terminais

Molinero (1998) diz que estação terminal é o nome dado às áreas onde se encerra um circuito de uma unidade de transporte. Assim, as estações terminais se encontram nas extremidades das linhas e podem servir como pontos de transferência entre rotas alimentadoras e outras rotas ou meios de transporte. Ao contrário das estações de transferência, onde os veículos apenas passam, as estações terminais são os locais onde ocorrem o controle dos horários e intervalos entre os atendimentos, exigindo, portanto, um maior número de baia e em consequência uma área maior (Ferraz e Torres, 2004).

No projeto de uma estação deve-se analisar as demandas dos usuários, dos prestadores de serviço e da comunidade. As demandas dos usuários são:

- o tempo e a distância sejam mínimos no caso das transferências;
- orientação e padrões de circulação adequados;
- adequada capacidade e fácil embarque e desembarque;
- comodidade por meio de um projeto adequado e funcional, protegido das intempéries e com pouco uso de escadas;
- segurança e vigilância;
- adequada iluminação e visibilidade.

As demandas dos prestadores de serviço com relação às estações terminais são:

- custos mínimos na operação e manutenção;
- capacidade adequada da estação e áreas de circulação;
- flexibilidade para poder adaptar a operação nas horas de máxima demanda;
- flexibilidade em relação a troca de tipo de cobrança de tarifa;
- fácil supervisão por meio de uma boa visibilidade das plataformas e das áreas de cobrança de tarifa.

Para a comunidade, as estações terminais devem ser:

- um sistema eficiente, corretamente aproveitado e operado;
- custos reduzidos;
- que a estação não traga efeitos negativos a curto, médio e longo prazos para a sociedade.

Molinero (1988) identifica os elementos de uma estação terminal como: acessos; passarelas; escadas e elevadores; e, plataformas.

Acessos

O número de acessos às estações influencia diretamente na aceitabilidade por parte dos usuários e permite a integração do sistema de transporte público com as áreas e construções próximas à estação. Quanto maior o número de acessos maior a opção do usuário, pois abrange uma maior área de serviço. Porém ocasiona o aumento dos custos de manutenção e a diminuição da segurança.

Passarelas

As passarelas têm a função de: comunicar os espaços de comércio e serviço com a plataforma; comunicar plataformas da mesma ou de distintas estações; comunicar os espaços de comércio e serviço com o exterior.

Deve-se dimensionar as passarelas de acordo com o movimento esperado e canalizar adequadamente o fluxo de usuários, principalmente no caso de transferências e nos acessos às estações.

Escadas

As diferenças de níveis das estações são vencidas mediante escadas fixas, mecânicas (rolantes) e elevadores. As escadas não devem ser muito largas e caso isso aconteça é recomendável dividi-las com patamares. O número de degraus recomendável é de doze entre os patamares não devendo ultrapassar vinte degraus. Também devem ser evitados trechos curtos com apenas três degraus acoplando-os aos demais degraus ou se for o caso substituindo-os por rampas.

A largura das escadas não devem ser menores que 1,60m e em caso de ter 4,50 ou mais, deve-se colocar corrimãos centrais permitindo separações das direções de circulação a fim de dar mais segurança aos usuários. No caso de serem implantadas escadas mecânicas junto às fixas, é possível suprimir os patamares e esta ser utilizada como escada de emergência. No caso de estações com médias ou grandes profundidades (subsolo) as escadas mecânicas são mais recomendadas

Elevadores

Os elevadores geralmente complementam as escadas mecânicas substituído-as no caso de portadores de necessidades especiais. As vantagens dos elevadores em relação às escadas mecânicas são as seguintes:

- maior comodidade para o usuário;
- menor tempo de percurso (sem considerar o tempo de espera);

- é utilizado por qualquer pessoa (idosos e portadores de necessidades especiais).

Como desvantagens têm-se:

- problemas de pânico no caso de falhas;
- necessidade de sistemas de alarme ou controle entre o usuário e o encarregado da estação (elevadores automáticos).

Plataformas

As plataformas são os espaços do terminal determinado para as funções de embarque e desembarque. Essas funções podem acontecer numa mesma plataforma ou em plataformas diferentes. Normalmente a divisão dessas funções acontece em terminais de grande porte onde o fluxo de veículos e usuários é muito grande.

As plataformas devem ser dimensionadas adequadamente de acordo com o número de usuários e de veículos que estacionam. São locais que devem permitir o fluxo livre de embarque e desembarque e portanto não podem ter obstáculos.

3.4.2 Os terminais e os sistemas integrados

Nas cidades de grande porte, onde foram formados novos pólos de geração de viagem e a expansão para áreas mais periféricas, são somados aos desejos bairro-centro os desejos bairro-bairro, que podem ser diametrais ou não ter relação com o centro. Nesse contexto é que são implantados os sistemas de integração ônibus-ônibus. Alguns dos objetivos desses sistemas são: reduzir o fluxo de ônibus nos pontos de parada ou terminais da área central visando melhorar a operação dos terminais centrais e descongestionar o sistema viário da área central, desenvolver pólos de comércio e serviço em torno dos terminais de integração com a finalidade de reduzir a necessidade de deslocamentos para a área central da cidade (NTU, 1999).

Os custos de oferecer um serviço que permita que todos os deslocamentos se realizem com um único ônibus raramente são viáveis para o transporte coletivo no município. Assim, a

adoção de sistemas integrados de transporte coletivo é praticamente inevitável nas cidades de porte grande e médio.

Segundo Vaz (1994), os sistemas integrados podem adotar a integração física e/ou a tarifária. No caso da integração física o equipamento mais utilizado é o terminal de passageiros. Este concentra diversas linhas atendendo uma região ou o centro da cidade. A integração física permite otimização dos traçados das linhas, evitando as “voltas” que aumentam o tempo de viagem e o custo do sistema, além de facilitar para o usuário a mudança de veículo exigida pela viagem. É evidente que esta eficiência dependerá, também, do desenho da rede e da localização dos terminais frente aos deslocamentos demandados.

A integração tarifária permite aos usuários o pagamento de uma única passagem, ou um valor menor que o dobro do valor da passagem, para mais uma condução, quando esta é exigida pela viagem. A vantagem desta solução é que, em geral, o usuário pode particionar sua viagem da forma que julgar mais conveniente.

Através dos terminais há como combinar os dois tipos de integração. Isso vem acontecendo em várias cidades e cada vez mais tem se difundido nos últimos anos. No entanto, a utilização de terminais de integração física e tarifária apresenta dois grandes inconvenientes:

- A obrigatoriedade de ter que passar por um terminal para realizar a integração tarifária pode acarretar em tempo adicional de viagem para o usuário.
- Os terminais apresentam muitas dificuldades de implantação, como o alto custo de construção, a necessidade de desapropriação de terrenos ou destinação de áreas públicas e o longo prazo para a conclusão da construção. Além disto, a operação e manutenção de um terminal também trazem custos adicionais para o município.

HOROWITZ e THOMPSON (1994) atribuem o fato de que os transbordos muitas vezes são considerados pelos usuários como um aspecto negativo do sistema aos seguintes aspectos:

- tempo e custo exigidos para realizá-los;
- necessidade de um planejamento da viagem;
- possibilidade de se perder uma conexão;
- maior incerteza do horário de chegada ao seu destino;
- exposição às intempéries e à lotação;
- necessidade de se deslocar para adentrar no próximo veículo;
- dificuldade de se carregar a bagagem, quando ela existir; e,
- possibilidade de esperar por outro veículo em um ambiente não familiar e hostil.

Apesar dos transbordos desencorajarem os usuários a utilizar o transporte público devido a suas inconveniências, algumas vezes estes proporcionam aspectos positivos ao sistema, como o fornecimento de mais opções e complementações do processo de viagem. Possibilita também a transferência voluntária dos usuários do sistema local para um sistema expresso de forma que minimizem o tempo total de viagem. Também podem se deslocar na direção contrária do seu destino, e, em seguida se dirigir para a direção correta, apenas para pegar um lugar para sentar. (CAVALCANTE, 2002)

Percebe-se, então, que nem sempre os transbordos são fenômenos forçados e que quando estes acontecem voluntariamente satisfazem o usuário, já que podem ser utilizados para tornar a viagem mais eficiente. Segundo pesquisa da NTU (1999), os usuários das principais capitais brasileiras parecem satisfeitos com os transbordos. Isso se deve, provavelmente, ao fato de que a inconveniência do transbordo é compensada pelos pequenos intervalos entre as partidas dos veículos e pela boa regularidade nos horários de pico.

Vaz (1994) coloca que para diminuir custos de implantação e operação de terminais, em algumas situações estes podem ser substituídos pela integração pontual, onde os usuários podem realizar os transbordos em qualquer ponto da cidade onde há o cruzamento de 2 ou

mais linhas. Esses transbordos podem ocorrer no mesmo ponto de parada onde o usuário desembarcou ou num ponto de parada próximo. Um mesmo bilhete é utilizado, por um tempo determinado, para uso em mais de uma viagem. O controle do uso do bilhete para realização dessa integração é feito por equipamentos automatizados localizados nos ônibus e por cartões magnéticos.

Em sistemas integrados, a existência dos terminais impõe condições de regularidade e frequência do serviço que na sua ausência talvez não existissem. Segundo a NTU (1999), qualquer perturbação na programação das linhas desses sistemas gera problemas ampliados nos terminais, sobretudo a formação de grandes filas de passageiros e veículos, sendo necessários controles mais rígidos, tanto por parte das operadoras como por parte dos órgãos gestores e administradores dos terminais. Por outro lado, à medida que os terminais vão se tornando mais carregados, os tempos de parada dos ônibus tendem a ser reduzidos, forçando maiores frequências no pico. Da mesma forma, eventuais diminuições da velocidade média dos ônibus precisam ser compensadas com o aumento da frota e das frequências, com o intuito de se evitar os problemas advindos da formação de filas nos terminais. Assim, o terminal é a melhor instalação do sistema para a realização da fiscalização do mesmo.

A implantação de uma integração pontual pode diminuir a necessidade de instalação de grandes terminais, porém, segundo Vaz (1994), exige intervenções nos pontos de parada como redefinição de localização, instalação de abrigos e instalação de baias de integração. Assim, a escolha do tipo de integração influencia diretamente na determinação do número e configuração dos terminais e suas funções dentro do sistema de transporte de uma cidade.

3.4.3 As funções dentro de um terminal

Segundo o SAREM (1982) os terminais rodoviários intermunicipais exercem funções que podem ser classificadas segundo suas afinidades. A seguir estão colocadas as funções que fazem parte dos terminais rodoviários urbanos de passageiros. Essas funções podem ser agrupadas nos seguintes setores:

- Setor de operações – formado pelas áreas ocupadas pelas atividades relacionadas à operação do sistema dentro do terminal. Esse setor pode ser desdobrado em externo e interno. O *setor de operações externo* corresponde às áreas utilizadas para o embarque e desembarque de passageiros: as plataformas. Estas podem ser longitudinais, diagonais ou transversais e seu número depende da quantidade de ônibus que parte ao mesmo tempo, e de quanto tempo eles ficam parados. Também fazem parte desse setor as pistas de acesso, as áreas de manobra e os estacionamentos de espera. O *setor de operações interno* é composto pelas bilheterias e pelos postos operacionais das empresas de ônibus.
- Setor de uso público – é composto pelas áreas destinadas a atender os usuários nos períodos de espera entre a chegada e a partida dos ônibus. Também fazem parte desse setor os sanitários destinados ao público. As variáveis que influenciam no dimensionamento dessas áreas são: a taxa de ocupação dos ônibus; o número de partidas simultâneas que influenciam no número de plataformas e, conseqüentemente, no tamanho do terminal; e, outras atividades acopladas ao terminal como, por exemplo, o lazer.
- Setor de serviços públicos – formado pelas áreas ocupadas pelas atividades de apoio, assistência e proteção aos usuários. São atividades relacionadas à comunicação (informações, achados e perdidos, correios, telefones públicos), assistência (juizados de menores e posto de assistência social), segurança (postos da polícia militar e civil) etc.
- Setor de administração - formado pelas áreas necessárias à administração e manutenção do terminal. As áreas de administração são aquelas ligadas ao gerenciamento do terminal e são ocupadas pelos órgãos municipais, pelos escritórios administrativos, almoxarifados, sala de som para orientação dos passageiros, sanitários, depósitos, oficinas para consertos, vestiários para funcionários administrativos de empresas de ônibus e depósito de lixo.

- Setor comercial – formado pelas áreas destinadas à venda de mercadorias. Esse setor não deve possuir obstáculos que interfiram no fluxo dos usuários do serviço de transporte. O MITERP (1987) permite que 25% da área edificada seja destinada ao comércio, porém em muitas cidades já existem terminais que suas áreas são utilizadas para o lazer, comércio e prestação de serviços. Assim, quando essas atividades não interferirem nos serviços de transporte não há motivo para restringi-las a esses 25%. E, como um terminal implica em altos custos de implantação e manutenção, essas atividades podem ajudar na viabilidade financeira já que proporciona a arrecadação de recursos adicionais.

3.4.4 Terminais – exemplos no Brasil e no exterior.

Como forma de ilustração para os aspectos levantados anteriormente foram levantados alguns exemplos de terminais urbanos de passageiros. Como foi descrito, as estações podem ser abertas ou fechadas. Como exemplo de estação aberta tem-se a de Lund na Suécia (Figura 3.1) e de estação fechada tem-se as estações tubo de Curitiba (Figura 3.2). Pode-se ver que estas últimas podem ser implantadas ao longo das calçadas.



Figura 3.1: Estação aberta em Lund, Suécia.
Fonte: Ferraz e Torres (2004)



Figura 3.2: Estações tubo de Curitiba, Brasil.

Fonte: <http://portal.antp.org.br>, acesso em: 05/08/07

Como terminais centrais traz-se os exemplos do de Waterloo no Canadá. Este é caracterizado como um terminal central aberto. A Figura 3.3 mostra a sua fachada e a Figura 3.4 uma vista interna.



Figura 3.3: Terminal central aberto de Waterloo, Canadá (fachada)

Fonte: Ferraz e Torres (2004)



Figura 3.4: Terminal central aberto de Waterloo, Canadá (vista interna)

Fonte: Ferraz e Torres (2004)

Como terminal central fechado tem-se o exemplo do terminal central de Araraquara, onde há integração tanto física quanto tarifária. (Figura 3.5 e 3.6).



Figura 3.5: Terminal central fechado de Araraquara, Brasil (vista externa)
Fonte: Ferraz e Torres (2004)



Figura 3.6: Terminal central fechado de Araraquara, Brasil (plataforma de embarque e desembarque)
Fonte: Ferraz e Torres (2004)

As estações de trasbordo que atendem as linhas troncais muitas vezes possuem uma forma longilínea, ao longo das calçadas. A estação de linhas troncais do sistema Transmilenio de Bogotá, Colômbia como mostra a foto da Figura 3.7, e a estação do corredor de trólebus de Quito no Equador apresentada na Figura 3.8, são alguns exemplo dessas estruturas.

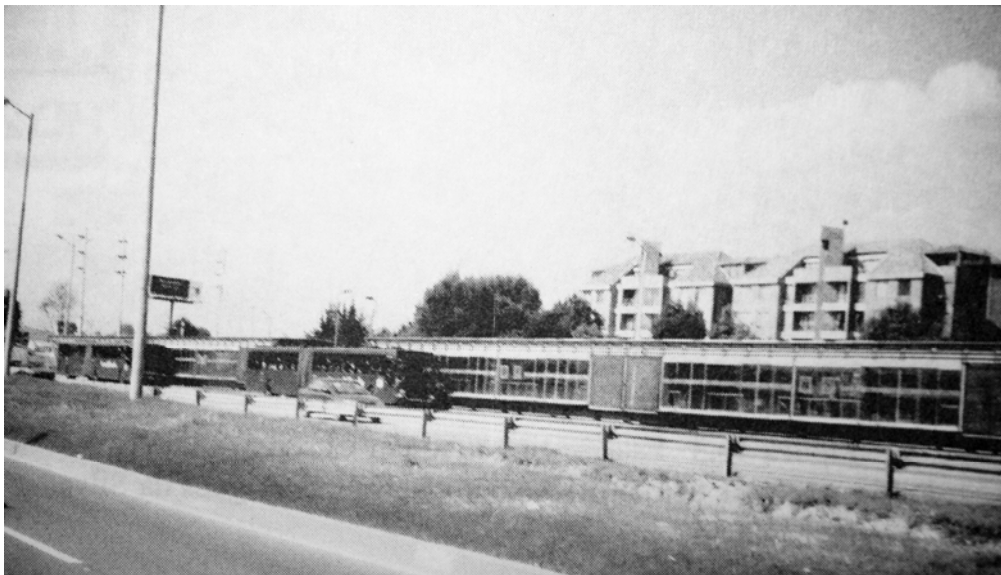


Figura 3.7: Estação de ônibus das linhas troncais do sistema Transmilenio de Bogotá, Colômbia
Fonte: Ferraz e Torres (2004).



Figura 3.8: Estação no corredor de trólebus de Quito, Equador.
Fonte: Ferraz e Torres (2004).

3.5. TÓPICOS CONCLUSIVOS

- O Subsistema de Terminais (ST) é formado pelos pontos de parada e as estações, elementos de integração entre o sistema e o usuário. Estes elementos oferecem uma influência considerável na operação e devem ser atrativos aos usuários, permitindo uma boa acessibilidade à rede de transporte público.
- Os aspectos que se destacam com relação aos pontos de acesso ao sistema são: acessibilidade (locacional e temporal) e conveniência.
- Os *pontos de parada* são locais destinados às operações de embarque e desembarque, situados ao longo do itinerário das linhas. Devem proporcionar conforto e comodidade aos usuários durante a espera do veículo disponibilizando: abrigo, iluminação, sinalização, bancos, lixeira e informações operacionais.
- A localização e a distância entre os pontos de parada afetam a eficiência do sistema de transporte público, pois interferem na velocidade dos veículos, os gastos

de operação e no trânsito em geral. Para os ônibus os pontos de parada devem estar distanciados a uma faixa entre 200 a 600 metros.

- Considera-se para a localização dos pontos de parada o comportamento dos usuários do transporte público. Em áreas de comércio, onde as atividades são mais diversas e intensas, tende-se a aceitar maiores percursos no modo a pé do que em áreas onde o entorno é menos atrativo. Nesses locais é mais indicado que os pontos de parada sejam mais distantes entre si, porém com uma infra-estrutura mais elaborada para atender uma alta concentração de usuários.
- O terminal é: “ponto onde terminam ou para onde convergem os ramais ou linhas de uma rede”. São locais onde se iniciam ou terminam as viagens realizadas pelo modo de transporte público, reservados para a operação de grande quantidade de linhas, facilitando assim o controle operacional e a realização de transferências.
- Os terminais são voltados para o atendimento de um grande número de usuários, por isso devem: encorajar o uso do transporte público, fornecer a maneira mais fácil e conveniente aos usuários de prosseguimento da viagem, e aumentar a efetividade do STPUP.
- A inexistência de terminais urbanos faz com que as ruas passem a prestar os serviços de embarque e desembarque de passageiros, evidentemente de forma precária, provocando transtornos no tráfego, danos ao pavimento e inconveniências no uso do solo lindeiro.
- A localização dos terminais impacta no ambiente urbano, pois causa degradação da cidade. Por outro lado favorece o desenvolvimento de atividades comerciais e de serviços.
- Os terminais podem ser classificados como abertos (integração física) e fechados quando há troca de veículos com a mesma tarifa (integração tarifária). Entretanto, a

integração tarifária também pode ocorrer em terminais abertos e nos pontos de parada mediante a utilização de validadores eletrônicos nos veículos.

- Os terminais ou estações podem ser classificados segundo suas características e funções tais como: estações de transferência, estações terminais e estações de bairro.
- A estação de transferência facilita o intercâmbio entre meios de transporte evitando confusões em seus transbordos, reduzindo as distâncias percorridas e melhorando as condições de transporte. Seu tamanho, capacidade e operação interna são determinados em função dos volumes, da forma de chegada e dos padrões de demanda dos usuários.
- As estações terminais se encontram nas extremidades das linhas e podem servir como pontos de transferência entre rotas alimentadoras e outras rotas ou meios de transporte.
- Os elementos de uma estação terminal são: acessos; passarelas; escadas e elevadores; e, plataformas.
- Os objetivos da integração ônibus-ônibus são: reduzir o fluxo de ônibus nos pontos de parada ou terminais da área central, desenvolver pólos de comércio e serviço em torno dos terminais de integração.
- Apesar do transbordo ser muitas vezes considerado pelos usuários como um aspecto negativo do sistema, quando este acontece voluntariamente satisfaz o usuário, pois podem ser utilizados para tornar a viagem mais eficiente. Isso acontece quando a inconveniência do transbordo é compensada pelos pequenos intervalos entre as partidas dos veículos e pela boa regularidade nos horários de pico. Portanto a existência dos terminais impõe condições de regularidade e frequência do serviço.

- As funções que fazem parte dos terminais rodoviários urbanos de passageiros são agrupadas em setores: setor de operações, de uso público, de serviços públicos, de administração e setor comercial.

4. METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE TERMINAIS DE PASSAGEIROS DO STPUPO

4.1. APRESENTAÇÃO

Nos capítulos anteriores, com base em referências bibliográficas, buscou-se uma maior compreensão do Sistema de Terminais do Transporte Público de Passageiros. Apesar das conceituações sobre subsistemas e das conclusões de que os pontos de acesso ao STPUPO compõem um subsistema, percebe-se que há diversas definições para os elementos e que não há um aprofundamento aos estudos quando se trata destes, em especial quando se diz respeito à localização. Além do fato de que, para implantação dos terminais em centros urbanos, há restrições para a localização, como área disponível e valor do terreno, não foi encontrada uma metodologia que determine o local ideal considerando os diversos elementos que são fundamentais para a implantação dos terminais do STPUPO.

Como foi constatado na referência bibliográfica, há diversos conceitos para os pontos de acesso, baseados nos aspectos operacionais, principalmente em linhas e viagens. Para esta metodologia os conceitos dos pontos de acesso utilizados serão aqueles baseados nas linhas que operam no sistema, considerando que tais linhas começam e terminam nos pontos de parada e ou terminais, desconsiderando as viagens de modo a pé dos usuários.

Este trabalho está focado na localização dos terminais de passageiros visto que, segundo a bibliografia encontrada com relação à localização, já existem alguns critérios para a distribuição dos pontos de parada, mas quase nada sobre terminais urbanos. Além do mais, dentre os pontos de acesso ao STPUPO, os terminais são os elementos mais complexos e que demandam mais espaço no ambiente urbano. Assim sendo, o presente capítulo apresenta uma metodologia para localização de terminais urbanos de passageiros considerando-os como elementos de um subsistema do STPUPO, onde cada terminal apresenta uma função específica e que, conjuntamente, melhora a qualidade do deslocamento do usuário do sistema. Para tal inicialmente são apresentados os aspectos do

Modelo Operacional do STPUPO que determinam as características e a localização dos terminais.

4.2. MODELO OPERACIONAL DO STPUPO

Para a localização dos terminais, a metodologia desenvolvida considera os terminais dentro de um subsistema. Parte-se, também, do pressuposto de que o Modelo Operacional do STPU, que é definido especificamente pelos Modelo Funcional, Gestão e de Delegação (CEFTRU, 2006a), já está disponível. O Modelo de Delegação, que também compõe o Modelo Operacional do STPU, não será necessário neste estudo por ser instrumento validador dos outros dois modelos (CEFTRU, 2007d). A seguir são apresentados os modelos funcional e de gestão para melhor compreensão da metodologia.

4.2.1 Modelo Funcional

O Modelo Funcional engloba as diretrizes estruturais que regem o STPUP (CEFTRU, 2007b). Compreende os itinerários, pontos de acesso, corredores, tipos de acesso e de linhas. Para estabelecimento do modelo funcional são avaliados os seguintes aspectos: os problemas do atual sistema de transporte público, as influências dos Pólos de Desenvolvimento no sistema, a identificação dos pontos de articulação do sistema, determinação dos eixos estruturais, o comportamento da demanda e a configuração da oferta.

O modelo funcional define aspectos de planejamento de transportes, abrangendo os conceitos de infra-estrutura e a operação de Sistemas. A partir desses aspectos é gerada a rede de transportes (Taco *et al*, 2006).

No que diz respeito ao subsistema de terminais, o Modelo Funcional engloba uma série de definições, entre as quais se destacam:

- a distribuição espacial das linhas,
- operacionalização das linhas,
- tipo de integração,
- forma de arrecadação da tarifa,

- tecnologia veicular.

Dessa forma, o Modelo Funcional especifica requisitos que são determinantes no desenho do subsistema de terminais. Estes requisitos podem afetar desde o programa funcional do terminal (funções e atividades que o terminal abriga) até seu porte, localização ou mesmo a necessidade de sua existência. Por exemplo, se uma diretriz do Modelo Funcional indica a possibilidade apenas de integração física, os terminais passam a assumir um papel central no sistema. Nesse caso, terminais de grande porte podem ser necessários ao sistema. Por outro lado, se a integração for tarifária, esta poderá ocorrer em qualquer ponto de acesso do sistema, o que possivelmente gerará a necessidade de vários terminais de integração pequenos nos principais pontos de transbordo.

4.2.2 Modelo de Gestão

O Modelo de gestão tem por objetivo gerir, administrar o STPUP de forma a controlar a atividade, a fim de obter melhores resultados (CEFTRU, 2007c). Define a estrutura e as atividades necessárias para a gestão do serviço delegado pelo Poder Público, e estabelece as atribuições do Órgão Gestor quanto aos diversos aspectos do Sistema. O Modelo de Gestão compreende as atividades de controle da produção do serviço. Ele abrange aspectos da gestão: operacional, econômica, financeira, de relações institucionais e administrativas.

- **Gestão Operacional:** envolve aspectos relativos às atividades a serem executadas pelas operadoras para produzir o serviço de transporte para a sociedade. Constituem aspectos integrantes deste modelo: o Controle Operacional, a Fiscalização, a Avaliação de Desempenho, a Auditoria, e a Governança das empresas.
- **Gestão Econômica:** considera aspectos relativos ao mercado do serviço de transporte, bem como ao processo produtivo do Sistema, levando em conta a estrutura de geração de recursos. Consiste em atividades de acompanhamento dos custos de produção dos serviços e dos insumos, da demanda dos serviços e das empresas, além do acompanhamento tarifário e, conseqüentemente, do equilíbrio econômico-financeiro dos contratos e do Sistema.

- **Gestão Financeira:** trata basicamente do controle e supervisão da circulação do dinheiro no Sistema, contemplando suas diversas fontes e destinações. Essa estrutura de gestão tem como principais atividades monitorar a prestação dos serviços, de forma a calcular a receita e efetivar o pagamento o qual cada agente tem direito, conforme período de operação, e modelo de remuneração.
- **Gestão de Relações Institucionais:** envolve aspectos relativos à interação entre os agentes envolvidos no processo (poder concedente, órgão gestor, operadoras e usuários), sendo responsabilidade exclusiva do Órgão Gestor. Tem como atividades o monitoramento dos relacionamentos com os diversos atores, a publicidade das ações desenvolvidas, além de promover a gestão de eventuais conflitos entre os envolvidos no processo.
- **Gestão Administrativa:** A Gestão Administrativa, por sua vez, trata de aspectos relativos à organização do processo de prestação de serviço pela iniciativa privada, envolvendo aspectos referentes à contratação de operadores, o registro de empresas, permissionários e frota, capacitação de pessoal e contratação de serviços auxiliares.

Apesar de estes aspectos serem determinantes na qualidade do serviço de transporte oferecido, apenas a gestão operacional tem rebatimento direto sobre o dimensionamento e localização de terminais. Isso porque a gestão operacional envolve os seguintes aspectos:

- ✓ o **Controle Operacional:** tem como finalidade a verificação de atribuições realizadas em face da programação do sistema e a observação, por parte das operadoras, das regras e especificações estabelecidas em contrato, detectando eventuais anormalidades na execução dos serviços;
- ✓ a **Fiscalização:** consiste na realização de ações que objetivam a verificação do cumprimento das obrigações legais, regulamentares e contratuais por parte das operadoras, tais como a programação e execução de vistorias nos veículos, a observância de itinerários e pontos de parada, dentre outros;

Tais atividades geram a necessidade de espaços de apoio para os gestores e operadores nos terminais, e conseqüentemente influenciam no tamanho desses equipamentos.

4.3. PONTOS DE ACESSO

É importante definir o que seja um ponto de parada e um terminal para o desenvolvimento do estudo. Tanto um ponto de parada como um terminal é considerado um ponto de acesso e que dependendo de suas características pode ser classificado como um ou outro.

4.3.1 Ponto de Parada

O ponto de acesso apresenta características físicas e funcionais definidas que indica se é um ponto de parada ou um terminal. Dessa forma a configuração de cada ponto de acesso é definido pela sua funcionalidade e forma. As funcionalidades de embarque, desembarque e transbordo de um ponto de parada são apresentadas na Figura 4.1. Um ponto de parada necessariamente apresenta as funções de embarque e desembarque, já o transbordo pode acontecer em um número reduzido. Um ponto de parada dispõe de uma infra-estrutura simples como: placa em poste ou cobertura, baia ou ao longo do meio fio, atendendo a diversas linhas.

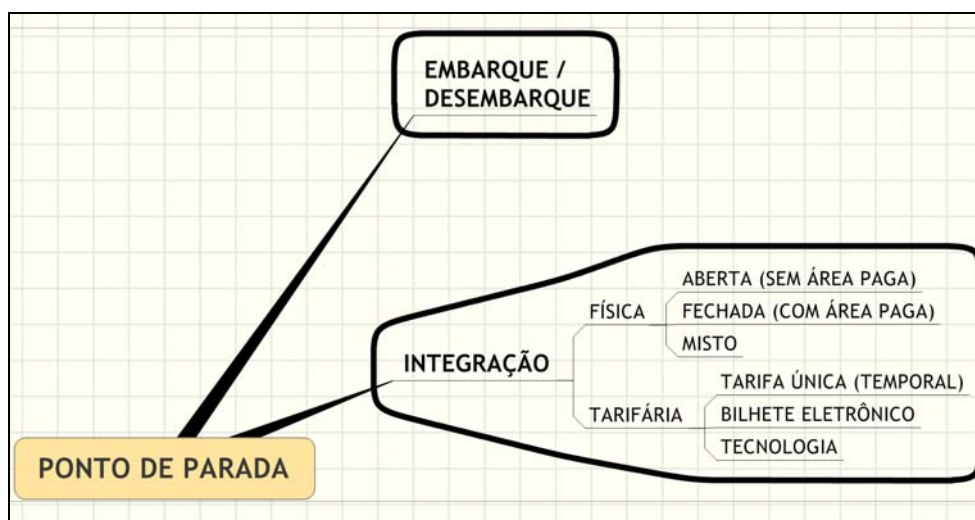


Figura 4.1: Funções do ponto de parada e aspectos que influenciam as suas características físicas

4.3.2 Terminais

As funcionalidades de embarque, desembarque, transbordo, serviços e comércio, administração e fiscalização do serviço de transporte, de um terminal são apresentadas na

Figura 4.2. Essas funcionalidades são recomendáveis em um terminal para proporcionar conforto aos seus usuários e exige uma área adicional se comparado aos pontos de parada, pois nesse caso há um maior número de embarques, desembarques e, principalmente, transbordos, e, portanto, demanda uma infra-estrutura maior e diferenciada.

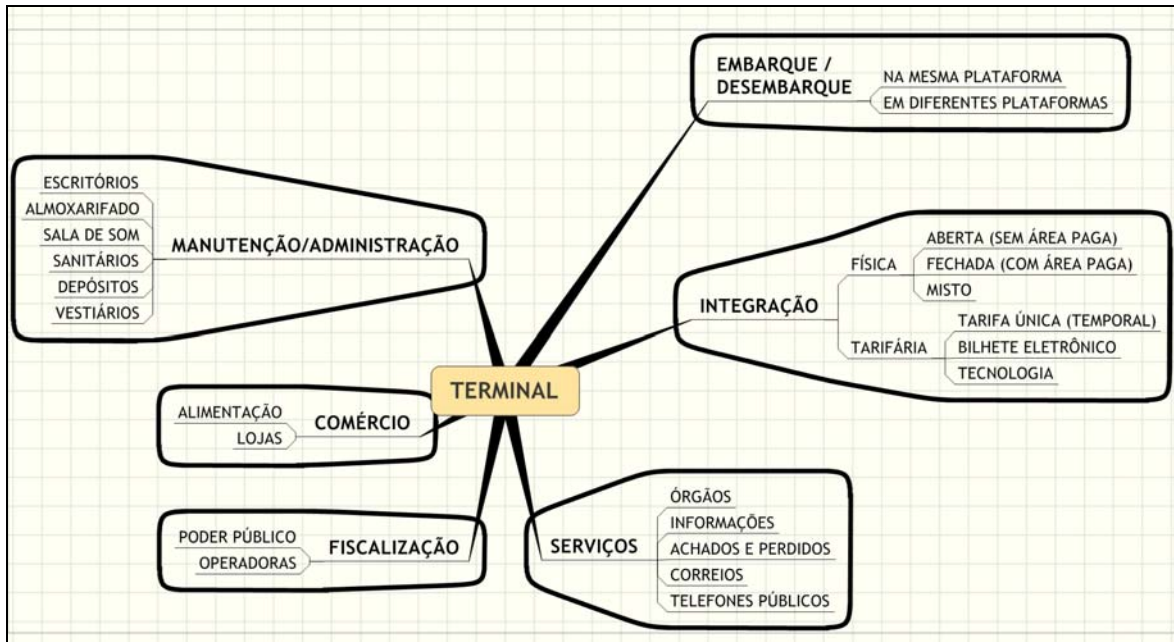


Figura 4.2: Funcionalidades de um terminal.

Os Terminais de Integração são pontos de acesso que têm a função de integrar as linhas. Dispõe de uma infra-estrutura maior que o ponto de parada, pois consiste em baias ou plataformas utilizadas por uma linha ou um conjunto delas, e que também podem ser direcionadas a diferentes funções (desembarque, embarque).

Os Terminais iniciais/finais são onde iniciam e terminam as linhas. Têm, além das funções de embarque e desembarque, funções referentes a fiscalização e pequeno comércio. Desta forma, exige uma área adicional para suprir a demanda da infra-estrutura necessária a todas essas funções, tais como sanitários, restaurantes, lanchonetes, postos das operadoras e dos órgãos fiscalizadores, etc.

4.3.3 Critérios para identificação dos pontos de acesso.

Para a metodologia desenvolvida a determinação do tipo de acesso a ser implantado na rede de transporte público considerou os critérios de frequência e embarque:

Frequência:

F1 - Abaixo de 240 ônibus/hora conforme EBTU(1988) necessita-se de até duas baias, caracterizando como ponto de parada.

F2 - Acima de 240 ônibus/hora conforme EBTU(1988) necessita-se de mais de duas baias, caracterizando como terminal.

Embarque:

E1 - Abaixo de 1500 passageiros/hora recomenda se que seja um ponto de parada;

E2 - Acima de 1500 passageiros/hora recomenda-se que seja um terminal

O valor de 1500 passageiros/hora é obtido por meio do seguinte cálculo: Calcula-se a quantidade de passageiros máximo que a área de $105\text{m}^2 - 1,50\text{m}$ (profundidade média de calçada disponível) x 70m (comprimento de duas baias segundo EBTU(1988)) - comporta, considerando a elipse corporal de $0,28\text{m}^2$. Tendo esta área, um ponto de parada comporta 375 passageiros por 15 minutos, considerando este como sendo um tempo de espera médio. Portanto, o ponto de parada comporta, no máximo, 1500 passageiros/hora.

Analisando os critérios de frequência e embarque pode-se identificar os pontos de parada e os terminais através da combinação entre eles, como mostra a Figura 4.3.

Embarque \ Frequência	E1	E2
	F1	Ponto de parada
F2	Terminal	Terminal

Figura 4.3: Determinação do tipo de acesso a partir de combinações entre critérios de frequência e embarque.

4.4. METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE TERMINAIS DE PASSAGEIROS DO STPUPO

Partindo dos pressupostos estabelecidos anterior, a metodologia proposta é composta de sete etapas, conforme a Figura 4.4, e apresentada a seguir:

- Etapa 1 – Definição da área de estudo

- Etapa 2 – Definição do horizonte de estudo

- Etapa 3 – Montagem do Banco de Dados Georreferenciados

- Etapa 4 – Obtenção da rede de transporte público por ônibus do Modelo Funcional do STPUP

- Etapa 5 – Identificação dos locais em potencial para a localização dos terminais do subsistema de terminais.

- Etapa 6 – Definição dos pontos de parada e terminais

- Etapa 7 – Priorização dos terminais.

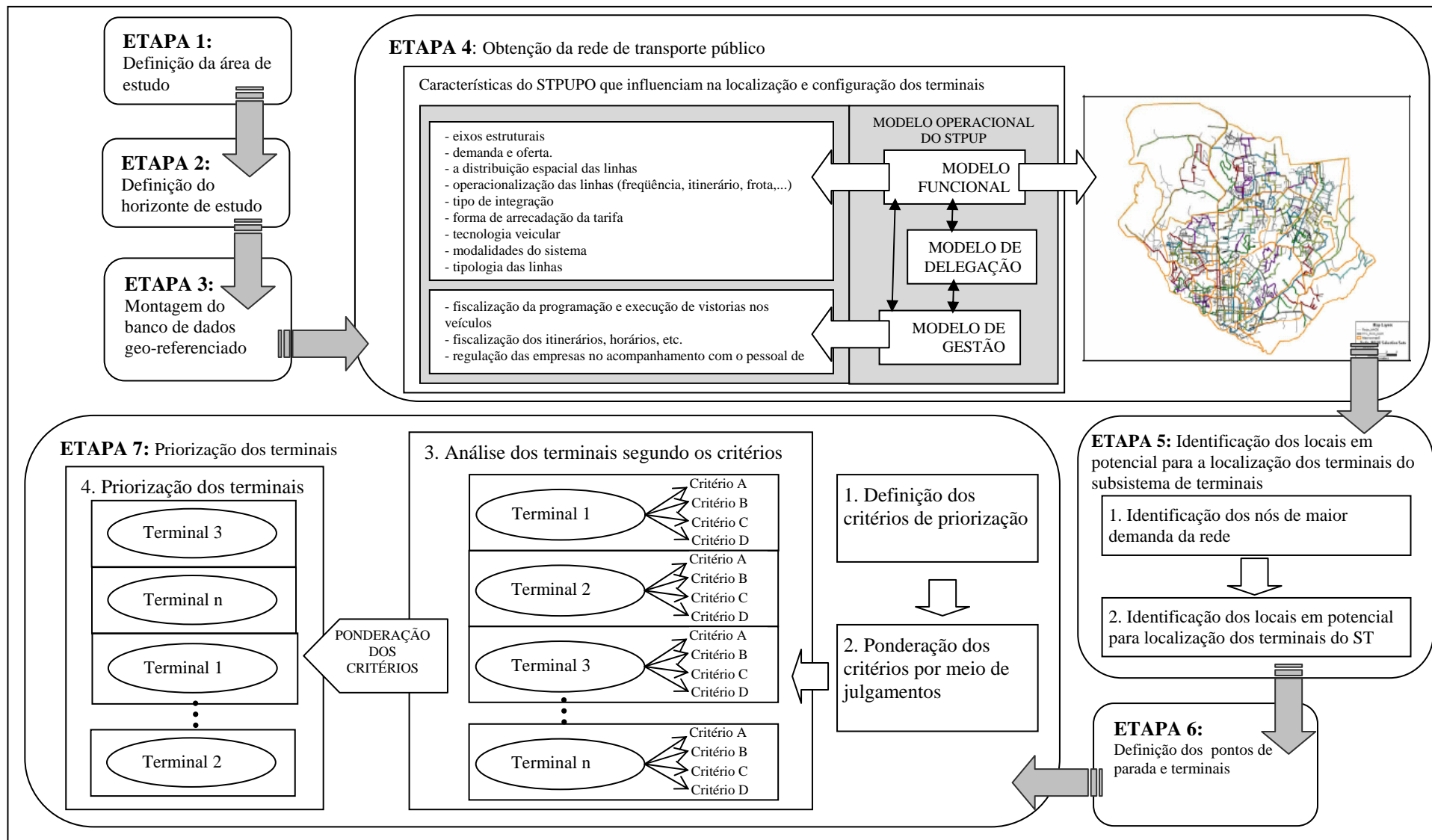


Figura 4.4: Processo metodológico para a localização de terminais.

4.4.1 Descrição da proposta metodológica

ETAPA 1: Definição da área de estudo.

Nesta etapa é definida a área de abrangência do STPUP e, por consequência, a área de abrangência do sistema de terminais a ser implantado. Essa área tanto pode ser a cidade em estudo, como pode ser uma região metropolitana, onde a presença das conurbações urbanas irá exigir um estudo de um sistema que atenda ao deslocamento entre as cidades.

ETAPA 2: Definição do horizonte de estudo.

Os terminais, como todo equipamento público localizado em ambiente urbano, possui uma relação direta com a cidade, recebendo e exercendo influência dos espaços urbanos. Sendo que o transporte público existe para atender às demandas da cidade, deve-se ter em mente que a cidade está em constante mudança, e que estas devem ser levadas em consideração para o planejamento do STPUP.

Assim, nesta etapa é realizado um levantamento das características da área de estudo e é determinado o ano horizonte para qual o estudo dos terminais deve atender operacionalmente. Ou seja, é delimitado o tempo para o qual o planejamento do sistema de terminais é válido. Normalmente, esse horizonte é de 20 a 30 anos.

ETAPA 3: Montagem e georreferenciamento do banco de dados.

Nesta etapa é construída uma base de dados geográficos que permite a manipulação dos dados para a definição da localização dos terminais. O banco de dados deve conter:

- as características da rede de transporte público por ônibus;
- zonas de tráfego;
- setores censitários;
- pólos de desenvolvimento;
- uso e ocupação do solo;
- valor imobiliário do terreno;
- hierarquização das vias;
- topografia; e

- novas áreas de expansão.

ETAPA 4: Obtenção da rede de transporte público.

A rede de transporte público a ser utilizada na localização dos terminais urbanos é a mesma definida no Modelo Funcional do STPUPO. As características do sistema de transportes, os eixos estruturais, a análise da demanda (embarques, desembarques e transbordos) e oferta de transporte (itinerários, frequência) são fornecidas quando da elaboração da própria rede. Essas informações são importantes na definição das funcionalidades dos equipamentos urbanos, no caso, dos terminais a serem localizados. Essa rede de transporte público, definido no Modelo Funcional, é produto de um plano que já deve prever o atendimento da demanda para o horizonte de estudo referido anteriormente (longo-prazo).

ETAPA 5: Identificação dos locais em potencial para a localização dos terminais do subsistema de terminais.

Nessa etapa são identificados os nós da rede de transporte público por ônibus que apresentam maior demanda, onde os números de embarque, desembarque, transbordo e frequência de ônibus por hora são significativos ao sistema. Sugere-se que sejam analisados principalmente as frequências de viagens por nó, pois isto indica a quantidade de ônibus demandada que acaba impactando no tipo de acesso e, juntamente com o número de embarque e desembarque, define-se a infra-estrutura necessária. Dependendo do nível de serviço especificado para o STPUPO, pode-se definir um limite mínimo para a média do número de ônibus por hora. Com isto, os locais em potencial seriam aqueles nos quais a frequência esteja acima desse limite.

ETAPA 6: Definição dos pontos de parada e terminais

Essa etapa define que tipo de ponto de acesso é mais apropriado para o local estudado. Os critérios utilizados são a frequência e o número de embarques, e são definidos no item 4.3.3 desta metodologia.

ETAPA 7: Priorização dos terminais

Essa etapa prioriza a importância dos terminais segundo alguns critérios definidos. Através da aplicação de um método de análise hierárquica é possível obter a ordem de prioridade entre os critérios, e pontuar cada alternativa existente. Essa pontuação é que permite ao Poder Público definir onde realizar o investimento. Para isso algumas sub-etapas de atividades são necessárias.

Sub-etapa 1 - Definição dos critérios de priorização

Para a definição dos critérios de priorização é, inicialmente, elaborada uma Estrutura Hierárquica que consiste em, a partir de um determinado problema, definir os critérios de avaliação desse problema. O problema da Estrutura Hierárquica é apontar as áreas de localização dos terminais que ofereçam as melhores condições para que estes exerçam suas funções no STPUP.

Para a localização dos terminais são identificados critérios de avaliação, ponderados par a par por técnicos e profissionais especialistas na área. Os critérios utilizados para análise, apresentados abaixo, foram classificados em três temas, caracterizando níveis de julgamento (Figura 4.5): demanda, aspectos físicos e econômicos:

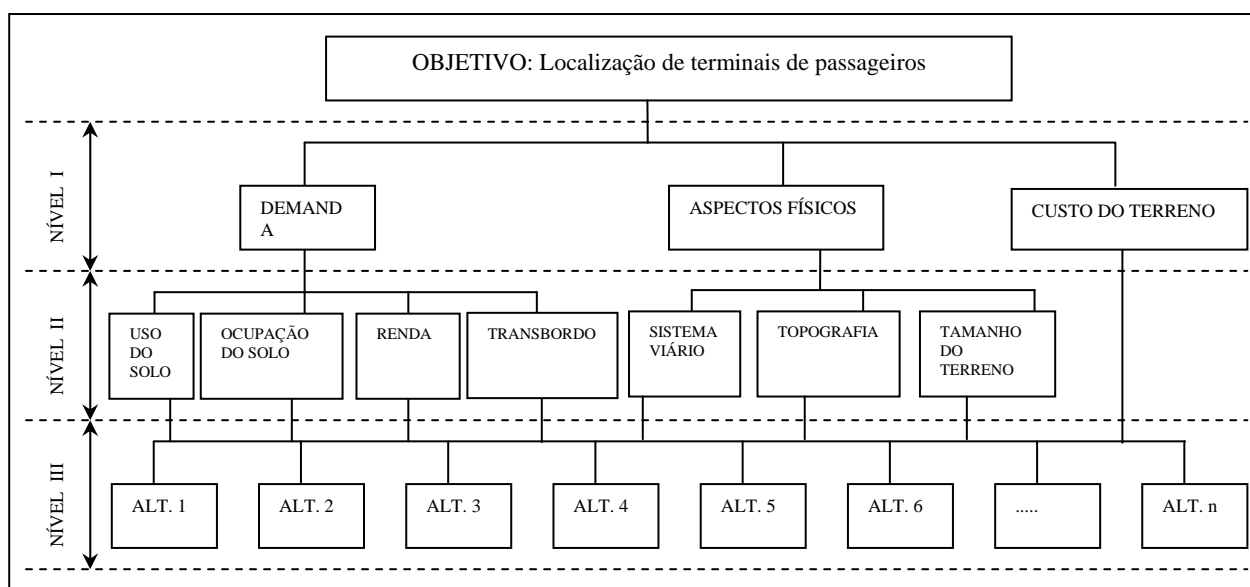


Figura 4.5: Estrutura Hierárquica para determinação da localização de terminais.

Demanda por transporte:

- Uso do solo – por meio da análise desta característica é possível indicar se uma área é melhor que outra. É sabido que algumas características de uso do solo são incompatíveis com a proximidade de um terminal, como por exemplo: áreas de preservação ambiental, presença de patrimônios históricos, usos residenciais. Nestes casos, a proximidade de um terminal é contra-indicada.
- Ocupação do solo – por meio do tipo de ocupação das áreas urbanas pode-se inferir a demanda por transporte nesses locais.
- Renda – através de dados sócio-econômicos pode-se identificar áreas onde a população utiliza mais ou o transporte público ou o privado.
- Nº de transbordos – a determinação de transbordos em determinados locais é feita pela configuração da rede de linhas, e, portanto, pode gerar uma demanda pontual por transporte, independente das características do local.

Aspectos físicos:

- Topografia – na localização dos terminais normalmente considera-se que áreas planas são melhores para a implantação desses equipamentos, por permitir um menor custo de construção. Porém, em muitas cidades que possuem acidentes geográficos, a implantação de terminais em encostas ou próximos a estas pode ser usada como forma de permitir um melhor acesso ao sistema de transporte.
- Sistema viário – a implantação de um terminal em determinado local da cidade tem como consequência a atração de linhas e usuários. É importante saber se o sistema viário existente irá atender à nova demanda ou se será necessária a adaptação/ ampliação das vias.
- Tamanho do terreno (área). – os terminais normalmente ocupam grandes terrenos. Porém, nem sempre há áreas disponíveis, principalmente quando se trata de centros

urbanos, ou locais de grande densidade de ocupação. Neste sentido, a disponibilidade de áreas para implantação é um fator importante na decisão de localização de um terminal.

Aspectos econômicos:

- Custo do terreno – normalmente grandes cidades possuem poucas áreas ainda desocupadas. Isso gera altos custos na aquisição do terreno para o terminal, ou porque o custo do terreno é alto, ou porque a locação em determinada área exige quantidade de recursos financeiros para desapropriação.

Sub-etapa 2 - Ponderação dos critérios por meio de julgamento

Para a ponderação dos critérios são feitos julgamentos desses critérios par a par, utilizando a escala fundamental, elaborada por Saaty (1991), apresentada na Tabela 4.1, que gradua a intensidade de importância dos critérios.

Tabela 4.1: Escala fundamental de julgamentos.

INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA	DEFINIÇÃO
1	Mesma importância
3	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande ou demonstrada
9	Importância absoluta
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes
1/X	Recíprocos para comparações inversas
1,1 - 1,9	Comparações entre dois elementos próximos ou para quando a consistência tiver de ser forçada

Fonte: Modificado Saaty (1991)

São feitas, então, as comparações entre os critérios do Nível I como mostra o exemplo da Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Análise comparativa entre critérios do Nível I.

LOCALIZAÇÃO	DEMANDA	ASPECTOS FÍSICOS	CUSTO DO TERRENO
DEMANDA	A _{1,1}	A _{1,2}	A _{1,3}
ASPECTOS FÍSICOS	A _{2,1}	A _{2,2}	A _{2,3}
ASPECTOS ECONÔMICOS	A _{3,1}	A _{3,2}	A _{3,3}

Os critérios Demanda e Aspectos físicos são subdivididos em quatro e três subcritérios, respectivamente. Gera-se, assim, mais uma matriz de julgamento entre esses subcritérios, como mostra a Tabela 4.3 para o critério “Demanda”. O mesmo é feito para o critério “Aspectos físicos” (Tabela 4.4).

Tabela 4.3: Análise comparativa entre critérios do Nível II: Demanda.

DEMANDA	USO DO SOLO	OCUPAÇÃO DO SOLO	RENDA	TRANSBORDO
USO DO SOLO	B _{1,1}	B _{1,2}	B _{1,3}	B _{1,4}
OCUPAÇÃO DO SOLO	B _{2,1}	B _{2,2}	B _{2,3}	B _{2,4}
DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS	B _{3,1}	B _{3,2}	B _{3,3}	B _{3,4}
TRANSBORDO	B _{4,1}	B _{4,2}	B _{4,3}	B _{4,4}

Tabela 4.4: Análise comparativa entre critérios do Nível II: Aspectos físicos

ASPECTOS FÍSICOS	TOPOGRAFIA	SISTEMA VIÁRIO	TAMANHO DO TERRENO
TOPOGRAFIA	C _{1,1}	C _{1,2}	C _{1,3}
SISTEMA VIÁRIO	C _{2,1}	C _{2,2}	C _{2,3}
TAMANHO DO TERRENO	C _{3,1}	C _{3,2}	C _{3,3}

Calculam-se as ponderações relativas aos critérios julgados através da fórmula geral a seguir (Equação 1).

$$PN = \frac{\sum_{l=1}^z A_{l,c}}{\sum_{c=1}^z \sum_{l=1}^z A_{l,c}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

PN = índice ponderado

l = índice relativo à linha

c = índice relativo à coluna

Os critérios são, então, classificados entre 0 e 1, indicando quais deles são os mais importantes para a localização dos terminais. Para a ponderação dos critérios do Nível I a Equação 1 é adaptada para a Equação 2, para posteriormente, ao final dessa etapa. Ser elaborada uma tabela semelhante a Tabela 4.5.

$$NA_l = \frac{\sum_{l=1}^3 A_{l,c}}{\sum_{c=1}^3 \sum_{l=1}^3 A_{l,c}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

NA_l = Ponderação do critério do Nível I

l = índice relativo à linha

c = índice relativo à coluna

Tabela 4.5: Cálculo da ponderação do Nível I.

LOCALIZAÇÃO	DEMANDA	ASPECTOS FÍSICOS	ASPECTOS ECONÔMICOS	PONDERAÇÃO
DEMANDA	$A_{1,1}$	$A_{1,2}$	$A_{1,3}$	NA1
ASPECTOS FÍSICOS	$A_{2,1}$	$A_{2,2}$	$A_{2,3}$	NA2
ASPECTOS ECONÔMICOS	$A_{3,1}$	$A_{3,2}$	$A_{3,3}$	NA3

O mesmo cálculo utilizado para a priorização do Nível I (NA_l) será feito para o Nível II (NB_l e NC_l) pelas Equações 3 e 4. Serão elaboradas então as Tabelas 4.6 e 4.7.

$$NB_l = \frac{\sum_{l=1}^3 B_{l,c}}{\sum_{c=1}^3 \sum_{l=1}^3 B_{l,c}} \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:

NA_l = Ponderação do critério do Nível II – Demanda.

l = índice relativo à linha

c = índice relativo à coluna

$$NC_l = \frac{\sum_{l=1}^3 C_{l,c}}{\sum_{c=1}^3 \sum_{l=1}^3 C_{l,c}} \quad \text{(Equação 4)}$$

Onde:

NA_l = Ponderação do critério do Nível II – Aspectos Físicos

l = índice relativo à linha

c = índice relativo à coluna

Tabela 4.6: Cálculo da ponderação do Nível II – Demanda.

DEMANDA	USO DO SOLO	OCUPAÇÃO DO SOLO	RENDA	PONDERAÇÃO
USO DO SOLO	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	$B_{1,3}$	NB1
OCUPAÇÃO DO SOLO	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	$B_{2,3}$	NB2
DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS	$B_{3,1}$	$B_{3,2}$	$B_{3,3}$	NB3

Tabela 4.7: Cálculo da ponderação do Nível II – Aspectos físicos.

ASPECTOS FÍSICOS	TOPOGRAFIA	SISTEMA VIÁRIO	TAMANHO DO TERRENO	PONDERAÇÃO
TOPOGRAFIA	C _{1,1}	C _{1,2}	C _{1,3}	NC1
SISTEMA VIÁRIO	C _{2,1}	C _{2,2}	C _{2,3}	NC2
TAMANHO DO TERRENO	C _{3,1}	C _{3,2}	C _{3,3}	NC3

Sub-etapa 3 – Análise dos terminais segundo os critérios

Para a análise dos locais serão dadas notas para cada critério em cada local. Esses critérios muitas vezes não são possíveis de ser quantificados. Assim, para tais casos serão adotadas notas de acordo com o aspecto que é mais compatível com um terminal. Na Tabela 4.8 a seguir estão os critérios e as formas de quantificação a serem utilizadas.

Tabela 4.8: Classificação da pontuação dos critérios

Critério	Tipo de nota	Valores sugeridos (TN_n)
USO DO SOLO	Atribuída	Industrial – 1 Lazer e turístico – 2 Institucional – 3 Residencial – 4 Comercial e Serviços - 5
OCUPAÇÃO DO SOLO	Valor absoluto (diretamente proporcional)	Número de pavimentos permitido no local.
RENDA	Atribuída	Baixa – 3 Média – 2 Alta – 1
TRANSBORDO	Valor absoluto (diretamente proporcional)	Número de transbordos no local
SISTEMA VIÁRIO	Atribuída	Vias locais – 1 Vias Estruturais – 2
TOPOGRAFIA	Atribuída	Plana – 3 Pouco acidentada – 2 Muito acidentada – 1
TAMANHO DO TERRENO	Valor absoluto (diretamente proporcional)	Área disponível (m ²)
CUSTO DO TERRENO	Valor Absoluto (inversamente proporcional)	Preço do m ² no local

Ao final dessa etapa tem-se como produto notas para todos os locais em potencial para a localização dos terminais em todos os critérios. A Tabela 4.9 é um exemplo para agrupamento dos dados.

Tabela 4.9: Notas dos critérios para cada alternativa (TN_n).

ALTERNATIVA	USO DO SOLO	Ocupação do Solo (Gabarito Máx permitido)	RENDA	No. DE TRANSBORDO	SISTEMA VIÁRIO	TOPOGRAFIA	TAMANHO DO TERRENO	CUSTO DO TERRENO (1/x)
1								
2								
3								
...								
n								

Sub-etapa 4 – priorização dos terminais

Nessa etapa é feita a junção dos resultados das sub-etapas 2 e 3 através da Equação 5 a seguir. Essa possibilitará ao cálculo da prioridade final $P(Alt_f)$ para cada alternativa Alt_f .

$$P(Alt_f) = NA_1 \times (NB_1 \times TN_1 + NB_2 \times TN_2 + NB_3 \times TN_3 + NB_4 \times TN_4) + NA_2 \times (NC_1 \times TN_1 + NC_2 \times TN_2 + NC_3 \times TN_3) + NA_3 \times TN_3 \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

$P(Alt_f)$ = Prioridade final para uma determinada alternativa.

NA_1 = Ponderação do Nível I para o critério demanda.

NA_2 = Ponderação do Nível I para o critério aspectos físicos.

NA_3 = Ponderação do Nível I para o critério custo.

NB_1 = Ponderação do Nível II para o subcritério uso do solo.

NB_2 = Ponderação do Nível II para o subcritério ocupação do solo.

NB_3 = Ponderação do Nível II para o subcritério renda.

NB_4 = Ponderação do Nível II para o subcritério transbordo.

NC_1 = Ponderação do Nível II para o subcritério topografia.

NC_2 = Ponderação do Nível II para o subcritério sistema viário.

NC_3 = Ponderação do Nível II para o subcritério tamanho do terreno.

TN_n = Notas do Nível III para as alternativas sob cada critério.

Ao final dessa etapa são obtidas notas de 0 a 1 para os terminais. Essas notas formarão um ranking e dessa forma é possível identificar quais os locais prioritários para a instalação dos terminais, contribuindo assim para a decisão a ser tomada. A Tabela 4.10 é um exemplo de como esse resultado pode ser mostrado.

Tabela 4.10: Cálculo e ponderação das alternativas.

ALTERNATIVA	PRIORIDADE	PRIORIDADE PONDERADA	PRIORIDADE PONDERADA (%)
1	$P(Alt_1)$	$\frac{P(Alt_1)}{\sum_1^n P(Alt)}$	$\frac{P(Alt_1)}{\sum_1^n P(Alt)} \times 100$
2	$P(Alt_2)$	$\frac{P(Alt_2)}{\sum_1^n P(Alt)}$	$\frac{P(Alt_2)}{\sum_1^n P(Alt)} \times 100$
3	$P(Alt_3)$	$\frac{P(Alt_3)}{\sum_1^n P(Alt)}$	$\frac{P(Alt_3)}{\sum_1^n P(Alt)} \times 100$
...
n	$P(Alt_n)$	$\frac{P(Alt_n)}{\sum_1^n P(Alt)}$	$\frac{P(Alt_n)}{\sum_1^n P(Alt)} \times 100$

4.5. TÓPICOS CONCLUSIVOS

- O estudo para a localização dos terminais é importante, pois os terminais são elementos complexos e demandam mais espaço no ambiente urbano.
- A metodologia desenvolvida trabalha os terminais dentro de um subsistema.
- Partiu-se do pressuposto de que o Modelo Operacional do STPU, que é definido especificamente pelos Modelo Funcional, Gestão e de Delegação, já está disponível.
- O Modelo de Delegação, que também compõe o Modelo Operacional do STPU, não foi utilizado neste estudo por ser instrumento validador dos outros dois modelos.

- O Modelo Funcional engloba as diretrizes estruturais que regem o STPUP. Compreende os itinerários, pontos de acesso, corredores, tipos de acesso e de linhas. Define aspectos de planejamento de transportes, abrangendo os conceitos de infra-estrutura e a operação de Sistemas. A partir desses aspectos é gerada a rede de transportes.
- As definições do Modelo Funcional que influenciam na localização do subsistema de terminais são: distribuição espacial das linhas, operacionalização das linhas, tipo de integração, forma de arrecadação da tarifa, tecnologia veicular. Tais aspectos podem afetar desde o programa funcional do terminal (funções e atividades que o terminal abriga) até seu porte, localização ou mesmo a necessidade de sua existência.
- O Modelo de gestão tem por objetivo gerir, administrar o STPUP de forma a controlar a atividade, a fim de obter melhores resultados. Compreende as atividades de controle da produção do serviço. Ele abrange aspectos da gestão: operacional, econômica, financeira, de relações institucionais e administrativas.
- Os aspectos que influenciam no dimensionamento e na localização do terminal determinados pelo Modelo de Gestão são: o Controle Operacional e a Fiscalização. Tais atividades geram a necessidade de espaços de apoio para os gestores e operadores nos terminais.
- O ponto de acesso apresenta características físicas e funcionais definidas que indica se é um ponto de parada ou um terminal. Dessa forma a configuração de cada ponto de acesso é definida pela sua funcionalidade e forma.
- Um ponto de parada atende as funções de embarque, desembarque e transbordo, sendo este em um número reduzido. Possui uma infra-estrutura simples como: placa em poste ou cobertura, baia ou ao longo do meio fio, atendendo a diversas linhas.

- As funções de um terminal compreende: embarque, desembarque, transbordo, serviços e comércio, administração e fiscalização do serviço de transporte. Essas funcionalidades são recomendáveis em um terminal para proporcionar conforto aos seus usuários e exige uma área adicional se comparado aos pontos de parada.
- Para a metodologia desenvolvida na determinação do tipo de acesso a ser implantado na rede de transporte público foram considerados critérios de frequência e embarque.

5. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA NA CIDADE DE MANAUS – AM

5.1. APRESENTAÇÃO

Este capítulo apresenta a aplicação da metodologia desenvolvida na cidade de Manaus. Os dados utilizados nesse capítulo foram obtidos por meio do Plano de Transporte desenvolvido para a cidade, elaborado pelo CEFTRU. Foram utilizados tanto os dados coletados para a elaboração do plano quanto as determinações definidas no Plano de Transporte de Manaus.

Para a aplicação da metodologia esse capítulo está dividido segundo as sub-etapas definidas no capítulo anterior.

5.2. APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA DESENVOLVIDA

ETAPA 1: Definição da área de estudo

Para o estudo de caso do presente trabalho foi escolhida a cidade de Manaus, capital do maior estado do Brasil, o Amazonas (Figura 5.1). Manaus foi fundada em 1848 e se tornou uma das cidades mais prósperas do mundo devido ao Ciclo da Borracha. Atualmente, além de ser a maior cidade do norte brasileiro, é considerada a principal metrópole da região Norte, mesmo não tendo uma Região Metropolitana, pois não há conurbação com nenhum dos seus municípios vizinhos. O município é dividido em 222 bairros, 14 distritos e 6 zonas: Zona Leste, Zona Norte, Zona Centro-oeste, Zona Sul, Zona Centro-Sul, além da Zona Rural.



Figura 5.1: Mapa de localização do município de Manaus - AM

Segundo o IBGE, Manaus possui uma população total de 1.644.690 habitantes, segundo pesquisa em 2006, sendo a oitava maior cidade brasileira. De sua população, 94% estão localizados na área urbana do município. Possui uma densidade demográfica de 114,2 habitantes/Km², porém na área urbana essa densidade é de 3.914 hab/Km². Segundo o PNUD, o IDH – Índice de Desenvolvimento Humano do município é de 0,774 e o ICV – Índice de Custo de Vida é de 0,835, o segundo maior entre as metrópoles brasileiras. A maioria da população encontra-se nas zonas Leste, Norte e Oeste da cidade, sendo a Cidade Nova o bairro mais populoso, com 500.000 habitantes, em 2006.

Analisando o crescimento populacional vê-se que nos anos 80 a população concentrava-se no centro da cidade e havia um eixo norte-sul de deslocamento bem demarcado. A partir daí a expansão da cidade ocorreu paralelamente ao Rio Negro, em direção ao Distrito Industrial no setor Sul, como mostra o mapa esquemático da Figura 5.2.

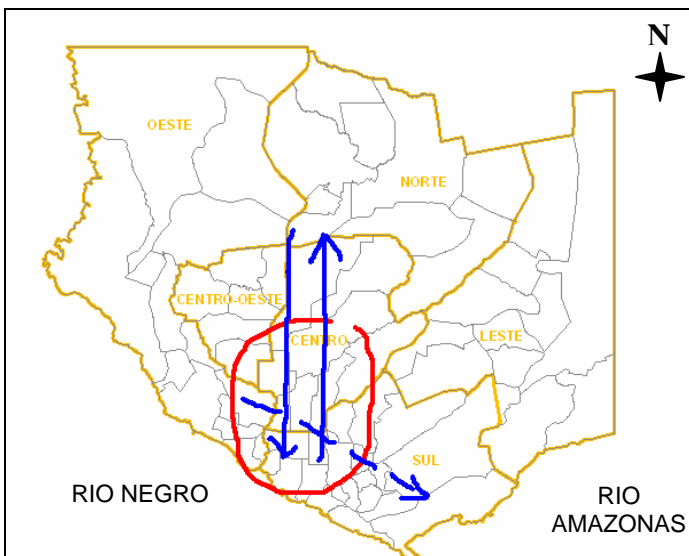


Figura 5.2: Ocupação e vetores de expansão no início da década de 80
 Fonte: CEFTRU (2007b)

No final dos anos 80 e começo dos anos 90, o crescimento populacional em direção norte, leste e nordeste foi muito acentuado. Estas regiões eram as de menor resistência à expansão, pois apresentavam maior disponibilidade de terrenos e maior facilidade de acesso viário em direção ao centro da cidade (Figura 5.3). A região central, a região do porto e o distrito industrial já se mostravam consolidadas, enquanto dezenas de empreendimentos habitacionais estavam sendo realizados nas regiões leste e norte.

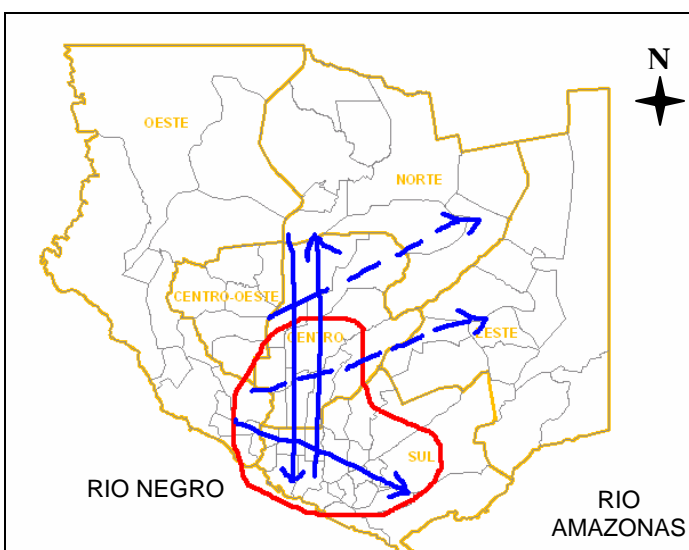


Figura 5.3: Ocupação e vetores de expansão no final da década de 80 e início da década de 90
 Fonte: CEFTRU (2007b)

No final dos anos 90 as regiões Norte e Leste encontravam-se consolidadas, sendo as zonas de maior crescimento em Manaus. A zona norte já apresentava aproximadamente 150 mil habitantes e a zona leste aproximadamente 230 mil habitantes. Restou como área de expansão da cidade o lado oeste (Figura 5.4).

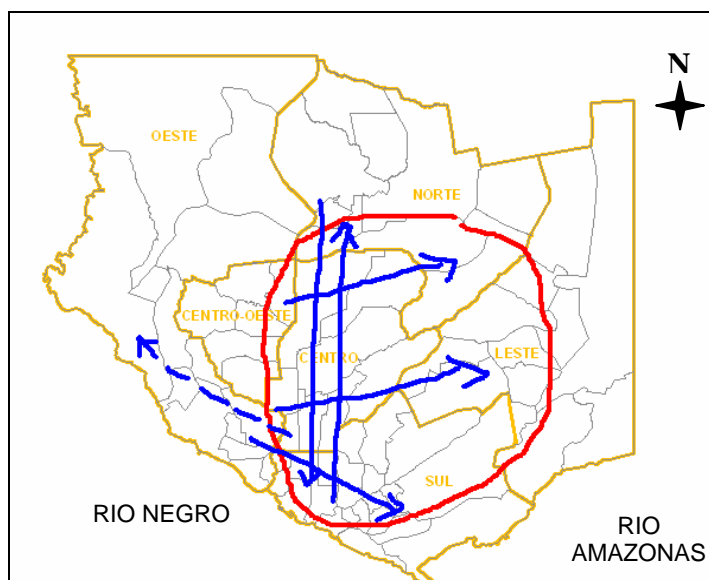


Figura 5.4: Ocupação e vetores de expansão no final da década de 90
Fonte: CEFTRU (2007b)

Nos últimos oito anos intensificou-se a expansão na direção oeste, paralelamente ao Rio Negro. A classe média e média alta se deslocou para a Ponta Negra, que recebeu uma quantidade grande de empreendimentos habitacionais para população de alta renda.

ETAPA 2: Definição do horizonte de estudo

O estudo no qual este trabalho se baseou definiu um horizonte de 20 anos. O mesmo tempo foi utilizado para a definição da rede de transporte público, elaborada no Plano de Transporte de Manaus (CEFTRU, 2007a).

ETAPA 3: Montagem e georreferenciamento do banco de dados.

Nesta etapa foi construída uma base de dados geográficos que permite a manipulação dos dados para a definição da localização dos terminais. O banco de dados é composto com as características da rede de transporte público por ônibus, zonas de tráfego, setores censitários, pólos de desenvolvimento, uso e ocupação do solo, valor mobiliário do terreno, hierarquização das vias e topografia de Manaus. Essas informações foram coletadas a partir do Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus, de sites oficiais do município e do Plano de Transporte de Manaus.

ETAPA 4: Obtenção da rede de transporte público por ônibus do modelo funcional do STPUP

A rede de transporte público por ônibus de Manaus está definida em seu Modelo Funcional. Foi adotado o sistema estrutural-local como a melhor forma de atender a demanda observada nas linhas de desejo das Figuras 5.5 e 5.6.

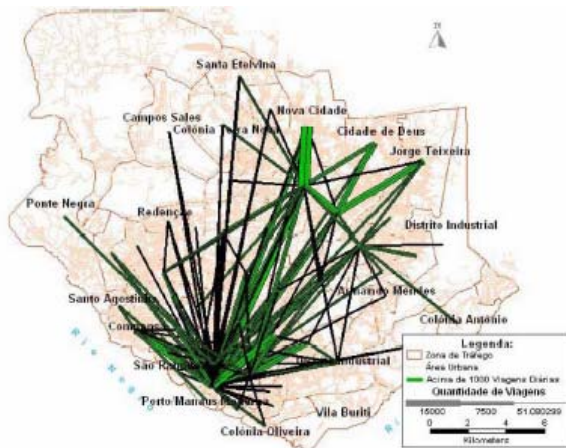


Figura 5.5: Linhas de desejo por Zona de Tráfego.

Fonte: Taco, *et al* (2006)

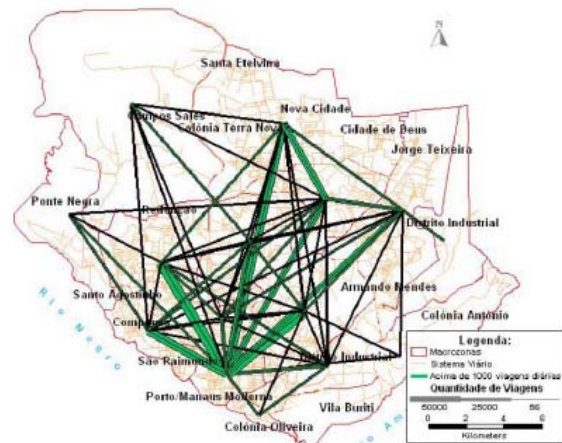


Figura 5.6: Linhas de desejo por Macrozonas.

Fonte: Taco, *et al* (2006)

Para a estruturação da rede de transporte foram considerados os Pólos de Desenvolvimento da cidade. Estes são subcentros importantes, consistindo em áreas formadas pelo espaço geográfico, assim como por espaços econômicos, sociais, culturais e institucionais que atuam como centros de atração e produção de atividades, estimulando deslocamentos de pessoas, transporte de bens e geração de serviços. A Figura xx mostra a distribuição dos Pólos de Desenvolvimento da cidade de Manaus.

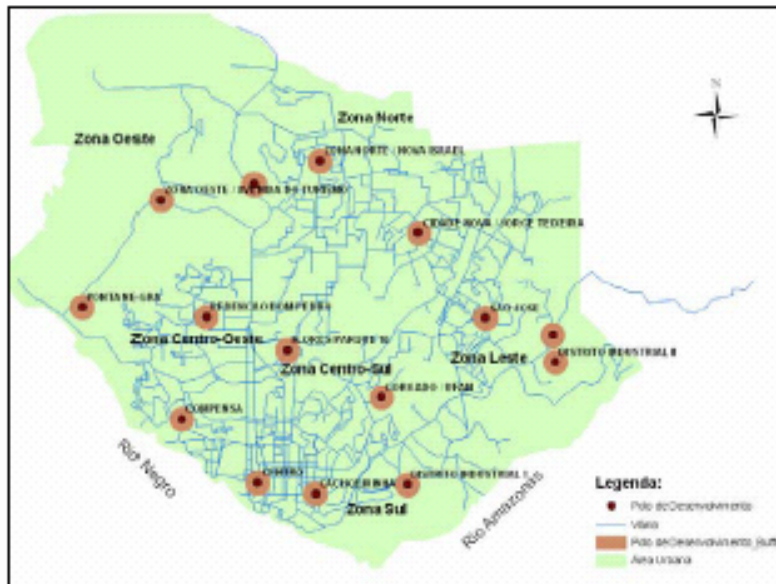


Figura 5.7: Pólos de Desenvolvimento da Cidade de Manaus.

Fonte: Taco *et al* (2006)

Os pontos de articulação, apresentados na Figura 5.8, são locais onde foram encontradas grande concentração de linhas e, portanto, com atributos espaciais que justifiquem a associação da rede de transporte de caráter estrutural com seu sistema de linhas alimentadoras e com os demais serviços e atividades necessárias à realização das funções urbanas;

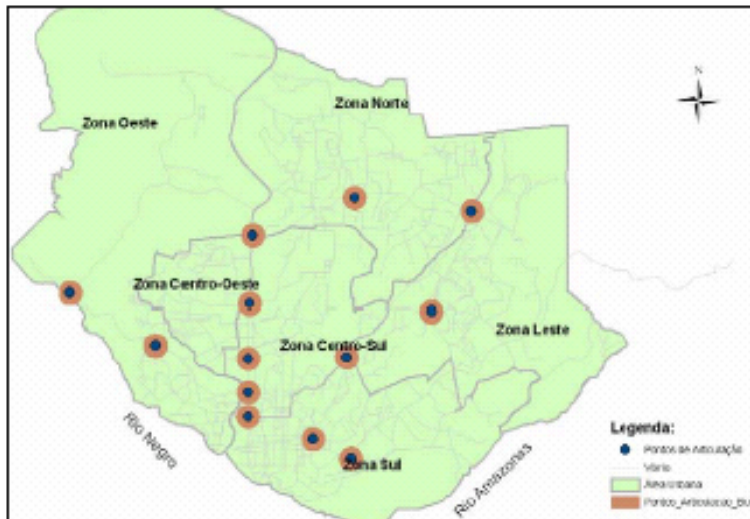


Figura 5.8: Pontos de Articulação da Cidade de Manaus.

Fonte: Taco *et al* (2006)

Assim, foram definidas linhas estruturais interligando os principais pólos produtores e atratores principalmente ao centro, e linhas locais exercendo o papel de alimentadoras do sistema estrutural e papel de inter-bairro. A representação espacial das dinâmicas de deslocamento e das interações espaciais na cidade de Manaus está apresentada na Figura 5.9.

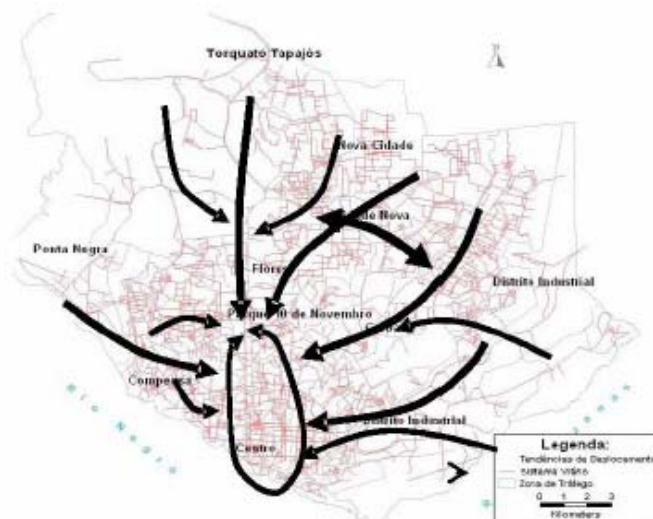


Figura 5.9: Infra-estrutura viária e fluxos de deslocamento

Fonte: Taco, *et al* (2006)

Esta representação definiu os tipos de linhas que constituem o sistema, como mostra o esquema da Figura 5.10. As linhas azuis correspondem às linhas estruturais radiais, as

verdes às linhas estruturais transversais e as vermelhas, as locais. Estas últimas podem ser circulares (círculos) ou alimentadoras (setas).

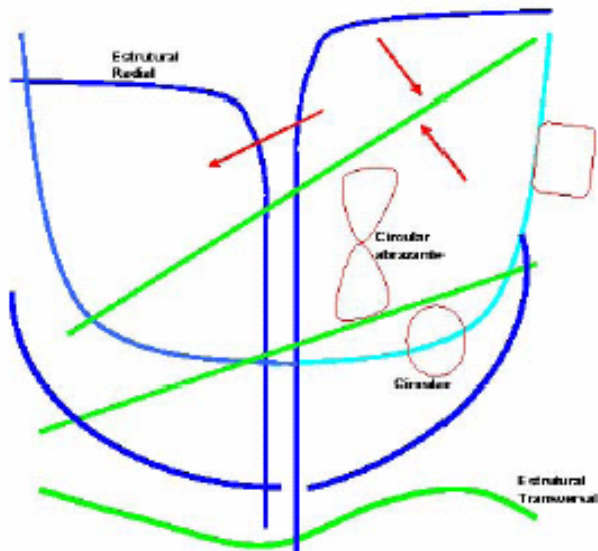


Figura 5.10: Estrutura do Modelo Funcional
Fonte: Taco, *et al* (2006)

O sistema de transporte por ônibus proposto para Manaus é composto por 100 linhas, sendo 17 estruturais radiais, 9 estruturais transversais e 74 linhas locais. A Figura 5.11 apresenta o STPUPO de Manaus e sua cobertura espacial em relação a linhas do sistema, resultante de modelagem (CEFTRU, 2007a).

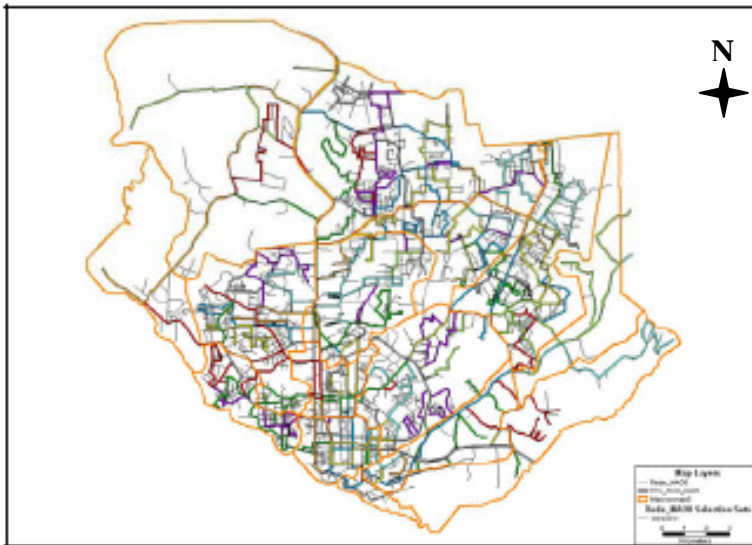


Figura 5.11: STPUPO da Cidade de Manaus.
 Fonte: CEFTRU (2007a)

Linhas estruturais são aquelas cuja maior parte do itinerário se utiliza do sistema viário estrutural e interligam dois ou mais pólos de desenvolvimento da cidade. As linhas estruturais não são necessariamente linhas de maior demanda, maior frequência ou de veículos de maior capacidade, mas são as linhas que estruturam a cidade, que oferecem oportunidade de grandes deslocamentos e ligação com os principais pólos geradores de viagens (Figura 5.12).

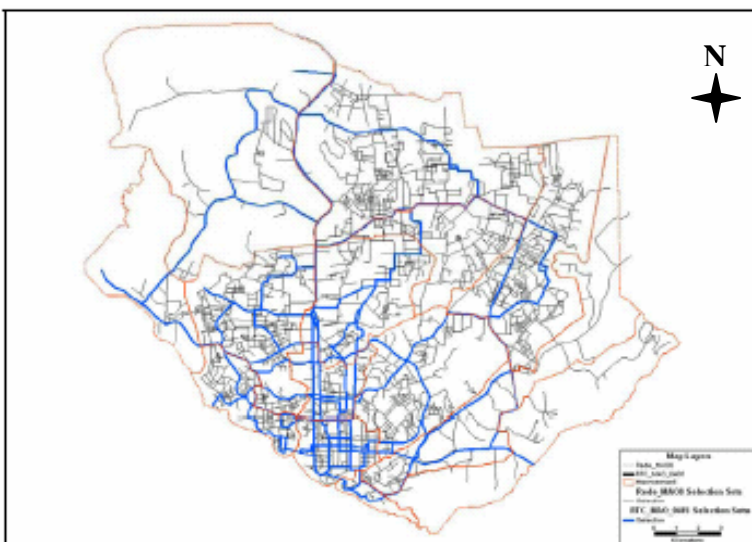


Figura 5.12: Linhas Estruturais Propostas.
 Fonte: CEFTRU (2007a)

Linhas locais são aquelas cuja maior parte do itinerário se utiliza do sistema viário local e possuem a função de alimentar as linhas estruturais e possibilitar o deslocamento dos usuários tanto dentro dos próprios bairros quanto entre bairros distintos, conforme a cobertura espacial das linhas apresentadas na Figura 5.13.

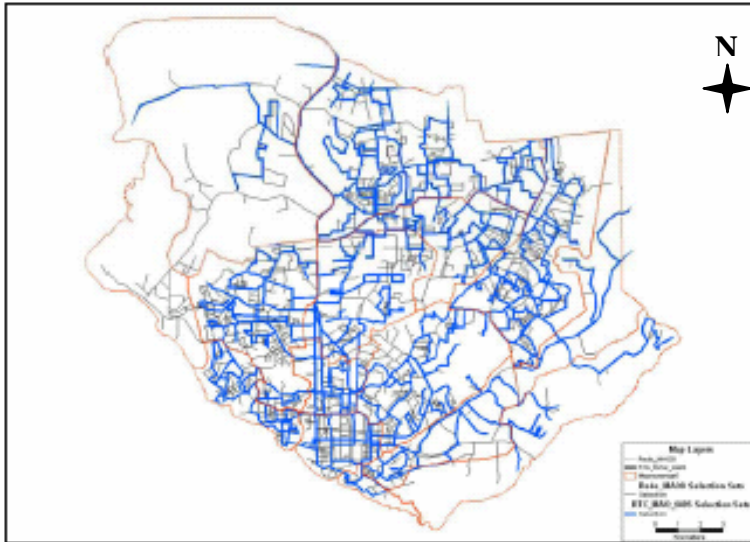


Figura 5.13: Linhas Locais Propostas.

Fonte: CEFTRU (2007a)

A para esse sistema a frota do STPUPO de Manaus é composta por 1.065 veículos, sendo 760 convencionais, 289 articulados e 16 microônibus. No horário de pico da manhã, a média de intervalos das linhas estruturais radiais é de 6 minutos (com frota de articulados), enquanto a média de intervalo das linhas estruturais transversais é de 4,4 minutos com frota mista (articulados e convencionais). A média de intervalo das linhas locais é de 10 minutos (com frota mista de convencionais e microônibus).

A partir da adoção de intervalos máximos de 15 minutos tanto nas linhas locais como nas linhas estruturais até a meia noite, tem-se a garantia de que nenhum usuário aguarda mais que 15 minutos por determinada linha em nenhum ponto do sistema. Durante a madrugada, decorrente de uma menor demanda, os intervalos máximos foram definidos de 90 minutos, para as linhas estruturais, e de 60 minutos para as linhas locais.

O fator de ocupação previsto é de 0,9 nos horários de pico. Este fator de ocupação abaixo de 1,0 garante que o sistema possa sofrer pequenas flutuações pontuais de demanda ou ainda absorver crescimentos de demanda. Sem a necessidade de um aumento de tarifa, o Sistema Proposto resultou em linhas com um IPK médio de 2,6 passageiros, maior que o atual IPK do sistema, que corresponde à 1,94 passageiros. A quilometragem mensal do sistema, apesar do aumento da oferta e diminuição dos intervalos médio caiu de 10.500.000 de quilômetros para 9.500.000 de quilômetros. A partir destes fatores pôde-se concluir que as rotas estavam muito extensas, com baixo índice de renovação e com muita quilometragem ociosa.

O sistema de transporte coletivo de Manaus foi desenvolvido tendo a integração temporal como elemento norteador das decisões. Esta integração permite ao usuário, dentro de um limite de tempo e desde que de posse do bilhete eletrônico com carga, a realização de transferência para outras linhas em qualquer ponto de parada, mediante pagamento de uma única tarifa.

O prazo de integração em Manaus, inicialmente, será de 90 (noventa) minutos e somente quem possui um cartão eletrônico com carga poderá integrar no período estipulado pagando uma única tarifa. Assim, objetiva-se ampliar as condições de mobilidade para toda a cidade, disponibilizando aos usuários uma estrutura de deslocamento mais próxima de sua necessidade, minimizando os deslocamentos negativos, e retirando do centro os transbordos desnecessários que congestionam a área central de Manaus. É importante destacar que, como qualquer ponto da cidade será ponto de integração, aqueles locais que atraírem uma maior demanda deverão receber tratamento de modo a se adequar à nova situação, disponibilizando aos usuários uma infra-estrutura condizente com suas necessidades, com conforto e segurança.

ETAPA 5: Identificação dos locais em potencial para a localização dos terminais do subsistema de terminais.

A partir da rede de transporte público fornecida pelo Modelo Funcional foram identificados os nós dessa rede onde a frequência ultrapassou 20 ônibus/hora. Foram

selecionados 51 nós considerados como os mais significativos do sistema no que diz respeito ao número de usuários que embarcam, desembarcam, realizam transferências e de frequência de ônibus. Na Figura 5.14 estão localizados esses pontos.

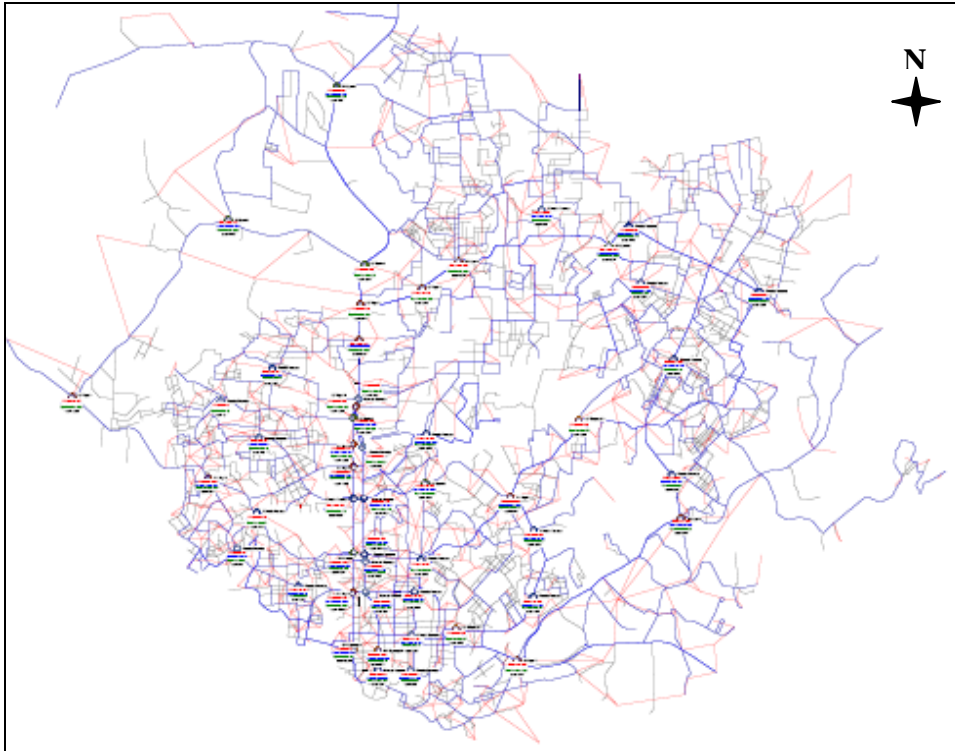


Figura 5.14: 51 nós de maior movimentação de passageiros no sistema
Fonte: CEFTRU (2006b)

ETAPA 6: Definição dos pontos de parada e terminais

Nessa etapa foram definidos dentre os locais em potencial para a localização dos terminais quais são propícios a serem pontos de parada ou terminais. Conforme apresentado no capítulos anterior, foram utilizados os critérios de frequência e número de embarques. Na Tabela 5.1 estão os nós definidos como terminais e os critérios que influenciaram para tal definição. Para ser identificado como terminal o nó deveria ter pelo menos um dos critérios entre F2 e E2.

Tabela 5.1: Nós identificados como terminais e os critérios de determinação.

Nó	Critérios	
	F2	E2
7	X	
8		X
10	X	X
16	X	X
18	X	
20	X	
26		X
27		X
29		X
33		X
34		X
41		X

No mapa da Figura 5.15 estão localizados os terminais identificados e os terminais já existentes. Percebe-se que a maioria dos pontos está localizada nos principais corredores de transporte, entre os terminais já existentes.

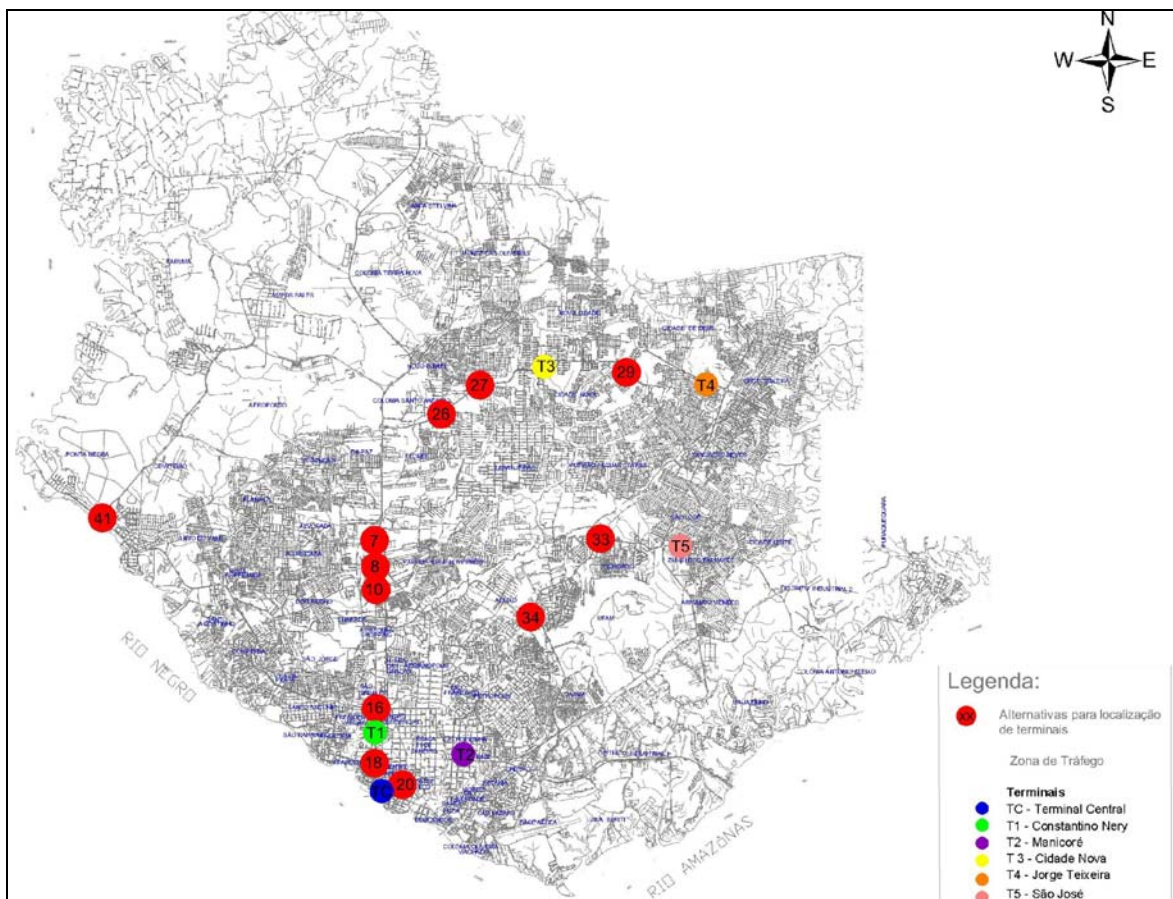


Figura 5.15: Nós que necessitam de infra-estrutura maior que um ponto de parada e terminais existentes.

ETAPA 7: Priorização dos terminais

Foram feitas as priorizações dos terminais utilizando o Método de Análise Hierárquica. Para isso segue-se as quatro sub-etapas descritas na metodologia proposta.

Sub-etapa 1: Definição dos critérios de priorização.

A finalidade da Estrutura Hierárquica é apontar as melhores áreas de localização dos terminais que ofereçam as melhores condições para que estes exercem suas funções no STPUP. Para esse fim foram identificados critérios de avaliação a serem analisados par a par, por técnicos e profissionais especialistas na área. Os critérios identificados foram classificados em três temas, caracterizando níveis de julgamento (Figura 5.16): demanda, aspectos físicos e econômicos.

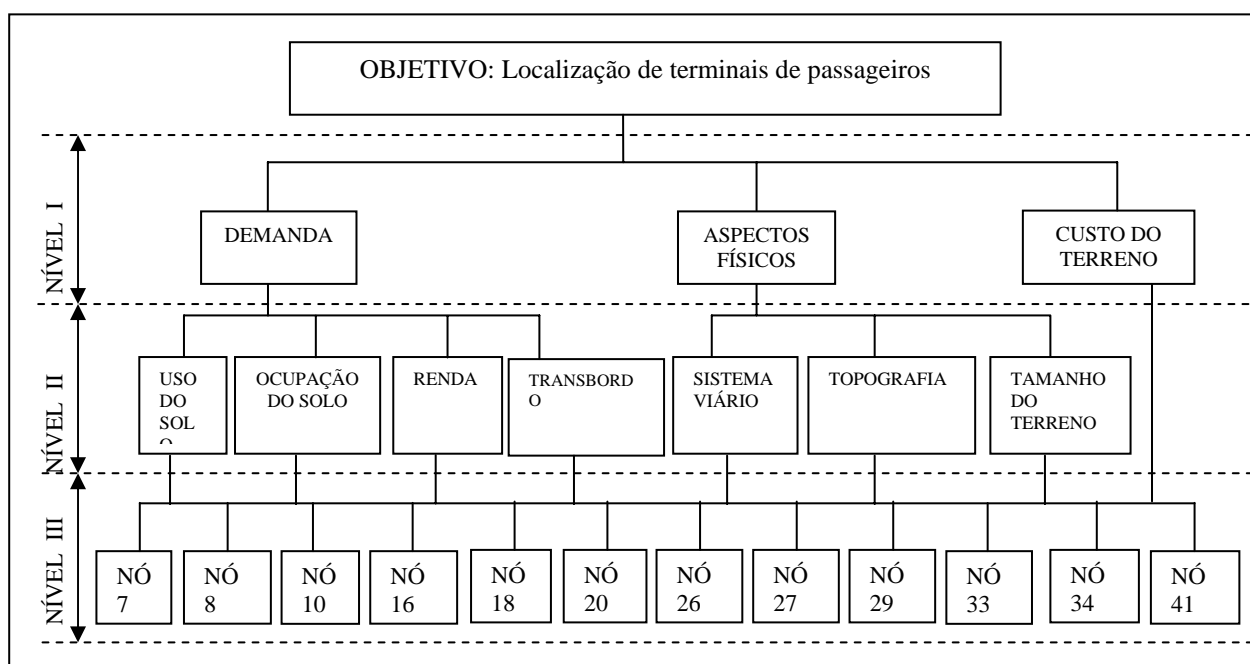


Figura 5.16: Estrutura Hierárquica para determinação da localização de terminais.

Sub-etapa 2: Ponderação dos critérios por meio de julgamento.

Para os julgamentos, foram convidados técnicos do Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes da UnB - CEFTRU, responsáveis pela elaboração do novo Plano de Transportes de Manaus. Os valores obtidos foram resultados da média dos julgamentos desses técnicos. A partir desses valores foram calculadas as ponderações entre os critérios e subcritérios, segundo a regra apresentada no capítulo anterior. Na Tabela 5.2 estão as ponderações para os critérios do Nível I.

Tabela 5.2: Julgamento dos critérios do Nível I.

LOCALIZAÇÃO	DEMANDA	ASPECTOS FÍSICOS	CUSTO DO TERRENO	PONDERAÇÃO
DEMANDA	1.00	2.96	5.13	0,49
ASPECTOS FÍSICOS	1.72	1.00	4.67	0,40
CUSTO DO TERRENO	0.88	0.31	1.00	0,11

Observando a Tabela 5.2, percebe-se que, para a localização do terminal, a demanda foi o critério mais importante seguido, quase que empatado, pelos aspectos físicos. Custo do terreno foi o aspecto considerado como menos relevante.

Como foi mostrado na Figura 5.16 do sub-etapa anterior, os critérios Demanda e Aspectos físicos foram subdivididos em quatro e três subcritérios respectivamente, gerando assim uma matriz de julgamento entre esses subcritérios, como mostra a Tabela 5.3 para o critério Demanda.

Vê-se, nessa tabela que para a determinação da demanda o número de transferências entre veículos foi o critério considerado como mais importante para a escolha do local do terminal. Cabe atentar que o critério demanda pode ser manipulado, pois o número de transferências é uma consequência da rede de linhas proposta.

Tabela 5.3: Análise comparativa entre critérios do Nível II: Demanda.

DEMANDA	USO DO SOLO	OCUPAÇÃO DO SOLO	RENDA	TRANSBORDO	PONDERAÇÃO
USO DO SOLO	1.00	0.82	2.03	1.34	0.16
OCUPAÇÃO DO SOLO	2.48	1.00	2.75	1.94	0.26
RENDA	1.77	2.21	1.00	1.39	0.20
TRANSBORDO	3.74	2.98	4.55	1.00	0.38

O critério Aspectos físicos (Tabela 5.4) foi submetido ao mesmo processo de julgamento. Aqui, o subcritério considerado mais importante foi o sistema viário. Observando a diferença entre os subcritérios, deduziu-se que a topografia e o tamanho do terreno são aspectos mais fáceis de serem contornados que o sistema viário e que este último sofre grande impacto com a implantação de um terminal.

Tabela 5.4: Análise comparativa entre critérios Nível II: Aspectos Físicos

ASPECTOS FÍSICOS	SISTEMA VIÁRIO	TOPOGRAFIA	TAMANHO DO TERRENO	PONDERAÇÃO
SISTEMA VIÁRIO	1.00	4.02	4.15	0.58
TOPOGRAFIA	0.85	1.00	1.74	0.23
TAMANHO DO TERRENO	0.70	1.32	1.00	0.19

Sub-etapa 3: Análise dos terminais segundo os critérios.

Após a análise entre os critérios, as alternativas (Nível III) foram avaliadas sob cada critério e subcritério. Seguindo a metodologia desenvolvida, nos critérios viáveis de serem quantificados, a comparação entre as alternativas foi feita por seus valores correspondentes (valor absoluto). Para os critérios, cuja quantificação não foi considerada operacionalmente viável, foram atribuídas as notas para cada caso-tipo. Na Tabela 5.5 a seguir estão os critérios e subcritérios e as formas de quantificação que foram utilizadas.

Tabela 5.5: Classificação da pontuação dos critérios

Critério	Tipo de nota	Notas atribuídas	Fonte
USO DO SOLO	Atribuída	Industrial – 1 Lazer e turístico – 2 Institucional – 3 Residencial – 4 Comercial e Serviços - 5	Elaborado à partir das previsões do Plano Diretor de Manaus
OCUPAÇÃO DO SOLO	Valor absoluto (diretamente proporcional)	–	Previsto no Plano Diretor de Manaus
RENDA	Atribuída	Baixa – 3 Média – 2 Alta – 1	Observação in loco.
TRANSBORDO	Valor absoluto (diretamente proporcional)	–	Previsto pela simulação da proposta da nova rede viária (Plano de Transporte de Manaus).
SISTEMA VIÁRIO	Atribuída	Vias locais – 1 Vias Estruturais – 2	Classificação utilizada pelo Plano de Transporte de Manaus.
TOPOGRAFIA	Atribuída	Plana – 3 Pouco acidentada – 2 Muito acidentada – 1	Observação in loco.
TAMANHO DO TERRENO	–	–	–
CUSTO DO TERRENO	Valor Absoluto (inversamente proporcional)	1/x	Quadro de valores em m ² por bairro do município de Manaus. (Procuradoria Geral do Município de Manaus, 2007)

Para cada alternativa, foram elencadas as notas correspondentes. A seguir uma breve descrição dos locais onde foram previstos os terminais:

- Local 7 – tem a previsão de uso do solo predominantemente institucional e gabarito máximo de 3 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe média onde o custo do lote é de R\$175,18/ m². Possui topografia pouco acidentada.
- Local 8 – tem a previsão de uso do solo predominantemente institucional e gabarito máximo de 3 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe média onde o custo do lote é de R\$175,18/ m². Possui topografia pouco acidentada.

- Local 10 – tem a previsão de uso do solo predominantemente residencial e gabarito máximo de 3 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe média onde o custo do lote é de R\$175,18/ m². Possui topografia plana.
- Local 16 – tem a previsão de uso do solo predominantemente de comércio e serviços e gabarito máximo de 12 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe média onde o custo do lote é de R\$202,39/ m². Possui topografia plana.
- Local 18 – tem a previsão de uso do solo predominantemente de comércio e serviços e gabarito máximo de 4 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe média onde o custo do lote é de R\$206,95/ m². Possui topografia plana.
- Local 20 – tem a previsão de uso do solo predominantemente de comércio e serviços e gabarito máximo de 4 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe média onde o custo do lote é de R\$206,95/ m². Possui topografia plana.
- Local 26 – tem a previsão de uso do solo predominantemente residencial e gabarito máximo de 3 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe baixa onde o custo do lote é de R\$50,96/ m². Possui topografia muito acidentada.
- Local 27 – tem a previsão de uso do solo predominantemente residencial e gabarito máximo de 3 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe baixa onde o custo do lote é de R\$50,96/ m². Possui topografia muito acidentada.
- Local 29 – tem a previsão de uso do solo predominantemente residencial e gabarito máximo de 3 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe baixa onde o custo do lote é de R\$53,29/ m². Possui topografia muito acidentada.
- Local 33 – tem a previsão de uso do solo predominantemente de comércio e serviços e gabarito máximo de 6 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe alta onde o custo do lote é de R\$173,31/ m². Possui topografia plana.

- Local 34 – tem a previsão de uso do solo predominantemente de comércio e serviços e gabarito máximo de 6 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe alta onde o custo do lote é de R\$173,31/ m². Possui topografia plana.
- Local 41 – tem a previsão de uso do solo predominantemente para o lazer e turismo e gabarito máximo de 3 pavimentos. Está localizado em um bairro de classe alta onde o custo do lote é de R\$144,74/ m². Possui topografia plana.

A Tabela 5.6 apresenta o resumo das características desses locais com as notas atribuídas, segundo os critérios definidos.

Tabela 5.6: Notas dos critérios para cada alternativa

TERMINAL	USO DO SOLO	OCUPAÇÃO DO SOLO (Gabarito Máx permitido)	RENDA	No. DE TRANSBORDO	SISTEMA VIÁRIO	TOPOGRAFIA	TAMANHO DO TERRENO	CUSTO DO TERRENO (1/x)
7	3	3	2	1018	2	2	ITEM NÃO ANALISADO	0,005708
8	3	3	2	2328	2	2		0,005708
10	4	3	2	3220	2	3		0,005708
16	5	12	2	2185	2	3		0,004941
18	5	4	2	124	2	3		0,004832
20	5	4	2	229	2	3		0,004832
26	4	3	3	2392	2	1		0,019623
27	4	3	3	1884	2	1		0,019623
29	4	3	3	3597	2	1		0,018765
33	5	6	1	3029	2	3		0,00577
34	5	6	1	4179	2	3		0,00577
41	2	3	1	2130	2	3		0,006909

Por limitações desta pesquisa, o item tamanho do terreno não foi avaliado. Isto porque não houve tempo hábil de ir a loco verificar os terrenos disponíveis e conseqüentemente seu tamanho. Para esse item foi utilizado o valor 1 no cálculo da priorização, de forma que não fosse anulado o julgamento desse critério.

Sub-etapa 4 – priorização dos terminais

A partir do julgamento dos critérios e da avaliação dos terminais foram calculadas as prioridades relativas das opções existentes. Aplicando a fórmula apresentada na metodologia obtiveram-se os valores da Tabela 5.7.

Tabela 5.7: Cálculo e ponderação das alternativas.

ALTERNATIVA	PRIORIDADE	PRIORIDADE PONDERADA	PRIORIDADE PONDERADA (%)
7	190,55	0,0388	3,88
8	434,47	0,0884	8,84
10	600,66	0,1222	12,22
16	409,17	0,0832	8,32
18	24,39	0,0050	0,50
20	43,94	0,0089	0,89
26	446,54	0,0909	9,09
27	351,95	0,0716	7,16
29	670,91	0,1365	13,65
33	565,46	0,1150	11,50
34	779,59	0,1586	15,86
41	397,45	0,0809	8,09

Com base na tabela apresentada é possível obter um ranking dos terminais por grau de importância para a implantação. Com esse ranking o poder público pode, no caso de haver limitações financeiras, priorizar a construção da infra-estrutura dos terminais mais importantes. Na Tabela 5.8 a seguir está a ordem de classificação desses terminais.

Tabela 5.8: Classificação dos terminais por importância para a implantação.

ALTERNATIVA	PRIORIDADE PONDERADA (%)
34	15,86
29	13,65
10	12,22
33	11,50
26	9,09
8	8,84
16	8,32
41	8,09
27	7,16
7	3,88
20	0,89
18	0,50

Na Figura 5.17 estão localizados os novos terminais em ordem de importância para a implantação.

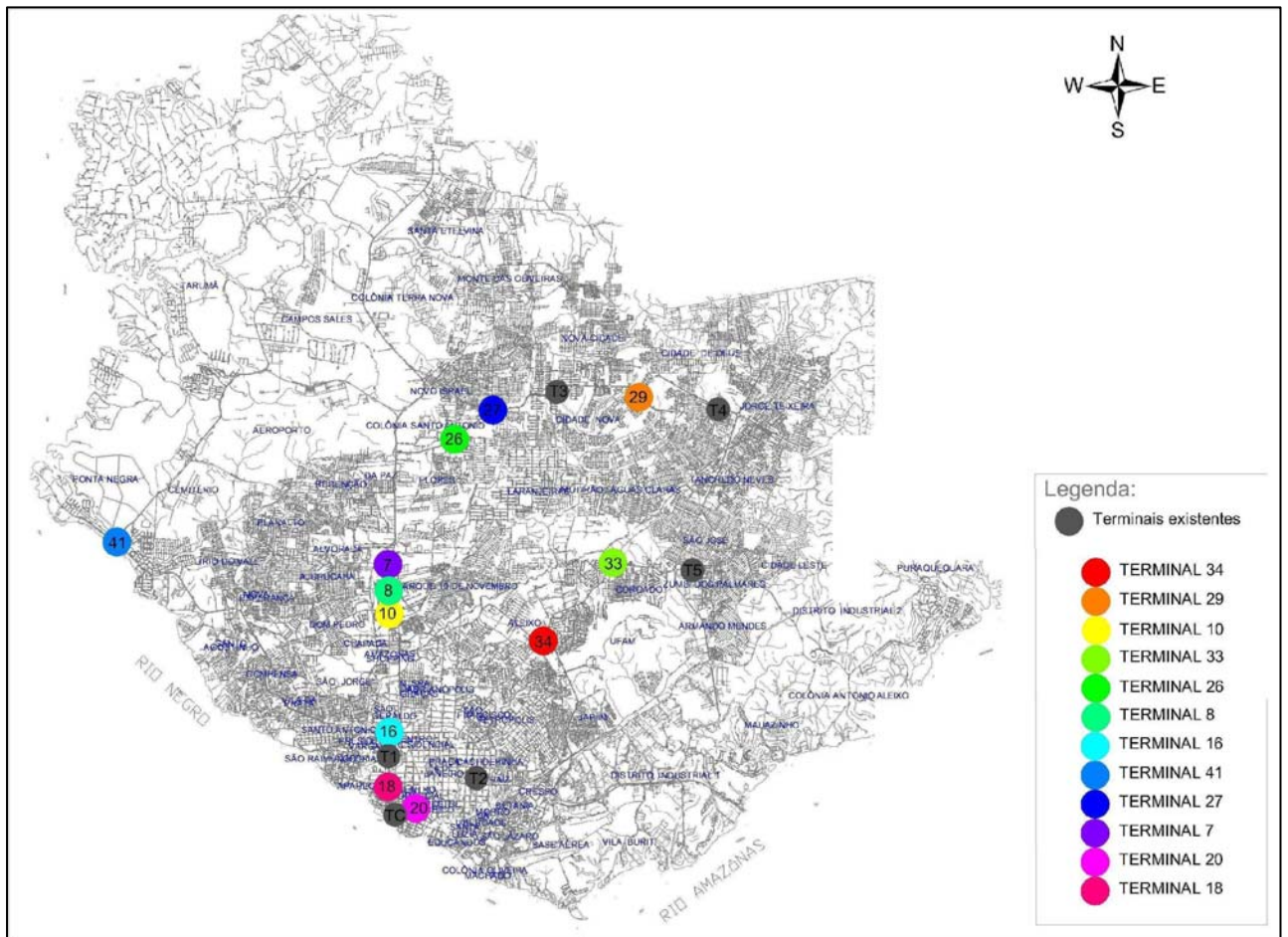


Figura 5.17: Novos terminais e hierarquia de importância.

5.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Identificou-se que a maioria dos terminais necessários ao STPUPO de Manaus encontra-se nos eixos de crescimento da cidade de Manaus. Esses eixos possuem os principais corredores de ônibus, onde estão localizados os terminais já existentes, receberiam terminais novos que iriam atender as linhas que passam pelos antigos terminais. Assim, os novos terminais identificados poderão diminuir a sobrecarga de passageiros dos terminais existentes.

Percebe-se que alguns dos novos terminais determinados pela metodologia correspondem aos pontos de articulação do sistema de transporte de Manaus. Esses terminais são: 34,16, 41 e 7. Ou seja, a identificação da necessidade de novos terminais nesses pontos é confirmada pois são pontos de confluência e dispersão na cidade, concentrando atividades e conseqüentemente rotas e desejos.

O julgamento dos critérios do Nível I gerou como resultado que a demanda (0,49) e os aspectos físicos (0,40) com pequena de diferença entre eles. O custo (0,11) foi considerado pelos técnicos o menos importante, devendo ser algo a ser ultrapassado para o bom funcionamento do subsistema de terminais. Isso se deve ao fato dos técnicos que participaram do estudo possuírem uma posição de adotar o que é ideal ao sistema.

O julgamento dos subcritérios da demanda tem-se que o aspecto considerado mais importante foi o transbordo (0,38), seguido pela ocupação do solo (0,26) e uso do solo (0,16). Esse resultado indica certo conforto para quem estuda a implantação de terminais, pois sendo o transbordo algo determinado no planejamento da rede de transporte, seria, então, o critério de maior controle para o planejador.

O julgamento dos subcritérios dos aspectos físicos indicou o sistema viário (0,58) o aspecto mais importante para a localização dos terminais. A topografia veio em seguida com 0,2 e o tamanho do terreno com 0,19. A justificativa para tal resultado seria pelos dois últimos subcritérios serem mais fáceis de serem contornados, pois gerariam custos inferiores para a implantação dos terminais. Topografia acidentada e terrenos pequenos

podem ser contornados com a implantação de terminais com mais de um pavimento. Já o custo de modificação do sistema viário, para adequar à demanda de fluxo de veículos que um terminal gera, seria mais elevado.

Ao final do estudo obteve-se o conjunto de nós da rede de transporte público de Manaus que necessita de uma estrutura de terminal. O MAH permitiu que diante desses nós se conseguisse uma classificação em grau de necessidade entre eles. O terminal mais importante é o do nó 34. Tal ponto havia sido identificado empiricamente pelos técnicos responsáveis pelo planejamento do sistema de transporte de Manaus como um possível terminal. Assim, o resultado encontrado veio confirmar cientificamente tais suspeitas.

Observa-se que os primeiros terminais da hierarquização encontrada (34, 29, 10, 33 e 26) estão localizados de maneira equidistante em relação aos terminais existentes. Pode-se classificá-los como importantes centróides de campos de demanda. Tais terminais permitiriam assim uma melhor infra-estrutura para atendimento de uma rede de transportes integrada.

Percebe-se que os terminais menos importantes, localizados nos nós 20 e 18, estão próximos a terminais existentes, e especialmente próximos ao terminal central de Manaus. Isso justifica tal classificação, porém não são irrelevantes ao subsistema de terminais, pois podem estar indicando que, com a integração tarifária, os usuários preferem utilizar pontos fora dos terminais existentes. A implantação de terminais nesses pontos iria desafogar os terminais existentes dando maior conforto aos usuários.

Os terminais 8, 16, 27 e 7 não obtiveram uma posição significativa na classificação. Observa-se que estes pontos possuem proximidade com os cinco primeiros terminais da classificação, com exceção do terminal 16 que se encontra próximo a um terminal existente. Apesar disso, é importante que esses terminais sejam implantados para evitar uma sobrecarga nesses terminais próximos.

O terminal 41 foi o único terminal localizado de forma isolada em relação aos outros.

Apesar de não obter uma posição significativa na classificação, ele indica que, com o crescimento da cidade para a oeste em direção ao bairro Ponta Negra, há uma demanda por transporte público, apesar da região ser habitada pela população de alta renda.

Analisando os pontos de acesso do STPUPO como um subsistema, conclui-se que os novos terminais devem ser implantados ao mesmo tempo como um conjunto. Porém, a classificação encontrada como resultado da pesquisa permite, no caso de não haver verba para a implantação de todos ao mesmo tempo, poder utilizar a priorização como grau de importância para implantação dos equipamentos.

6. CONCLUSÕES

6.1. APRESENTAÇÃO

Nesta dissertação buscou-se o desenvolvimento de uma metodologia para localização de terminais urbanos de passageiros do STPUPO. Este estudo visa buscar um método científico para uma atividade que é feita empiricamente por planejadores de sistemas de transporte.

Este capítulo apresenta as conclusões do presente estudo, subdividido em avaliação da metodologia proposta e recomendações e sugestões para próximas pesquisas.

6.2. AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta utilizou a premissa de que os dados referentes à rede do STPUPO estão disponíveis para o estudo. Porém a inexistência de alguns desses dados interferiram no resultado da metodologia, tornando seu estudo de caso deficiente em alguns aspectos.

Alguns aspectos idealizados inicialmente para o desenvolvimento do estudo, não foram analisados, pois não houve tempo hábil para o aprofundamento destes. Durante o desenvolvimento da pesquisa foram analisadas as características dos pontos de acesso, principalmente os terminais. Essas características englobam tanto os aspectos físicos dos terminais como tamanho e forma, quanto os funcionais. Porém os aspectos utilizados neste trabalho foram somente os aspectos funcionais de embarque e transbordo, e a frequência. Estes aspectos interferem no tamanho dos terminais, pois determinam a quantidade de usuários e de veículos que passarão por ele.

No julgamento dos critérios, o custo do terreno foi considerado pouco importante para a implantação dos terminais. Tal resultado se deu, pois, é comum que os técnicos responsáveis pela análise busquem uma infra-estrutura que seja ideal para operação do

sistema. Porém, é sabido que, na implantação de qualquer equipamento público, esse aspecto é de suma importância, principalmente quando envolve custos de desapropriação.

Para o julgamento do estudo de caso alguns critérios não puderam ser analisados adequadamente. Esses critérios foram o tamanho do terreno e o custo do terreno. O primeiro critério não pôde ser utilizado na análise dos terminais, pois não foram identificados os terrenos disponíveis para a implantação. A análise se limitou à localização dos nós da rede de transporte público por ônibus.

Com relação ao custo do terreno, primeiramente deve-se destacar que, para a avaliação adequada do custo de um terreno deveriam ser utilizados modelos de inferência estatística. Porém para tal análise é necessária a determinação do local exato de implantação do terminal. Como justificado anteriormente, não foi possível essa identificação.

Para o estudo, o custo do terreno foi baseado no preço por metro quadrado de cada bairro, através de dados municipais. O ideal seria que se identificasse o tamanho do terminal como forma de prever a área necessária para sua implantação, e assim, utilizar o preço pela área total do terminal e não pelo preço unitário. A utilização desse critério pode identificar que, em alguns casos, onde o terminal não necessita de grandes áreas, o preço do terreno talvez não influencie negativamente na sua implantação.

6.3. RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

Na metodologia desenvolvida foram utilizados somente alguns aspectos que influenciam no tamanho dos terminais para a determinação dos locais de implantação dos terminais. Esses aspectos foram: a frequência de ônibus nos nós da rede de transporte e o número de embarque. Existem outros aspectos que não foram possíveis de ser desenvolvidos no presente trabalho, mas que são de elevada importância para o estudo de implantação e dimensionamento dos terminais. Entre esses aspectos estão as determinações referentes ao tamanho e a forma dos terminais.

Os terminais terão suas formas influenciadas por diversos fatores, dentre eles, as características geográficas do terreno como acidentes geográficos, o tamanho do terreno, o uso e ocupação do solo lindeiro. Esses aspectos irão determinar se será necessária a construção do terminal com um ou mais pavimentos, ou o posicionamento das suas entradas e saídas tanto de pedestres como de veículos, por exemplo. No caso de terminais com mais de um pavimento, o ideal é que a utilização de cada um destes seja separada por tipo de função, principalmente separando as plataformas de embarque e desembarque das funções administrativas e de comércio e serviços. É interessante o estudo dos itens que influenciam na forma de um terminal.

Além das funções de embarque, desembarque e transbordo do terminal outras funções exercidas por ele interferem no seu tamanho. Dentre estas funções destacam-se os comércios, serviços, administração do terminal e fiscalização do sistema. É importante entender os aspectos dessas funções, que interferem na determinação da área de um terminal. Em trabalhos futuros a determinação do tamanho de um terminal irá contribuir para uma análise mais aprofundada sobre a sua localização.

Assim como o estudo do tamanho de um terminal é importante para a sua localização, recomenda-se o estudo dos aspectos que influenciam na sua forma (número de pavimentos, número de localização de acessos de usuários e veículos, dentre outros). A partir da análise desses aspectos estudos futuros a cerca do projeto de um terminal poderão ser desenvolvidos.

É importante considerar, também, para trabalhos futuros, a possibilidade de aplicação da metodologia analisando no julgamento a opinião de outros agentes, pois o grupo utilizado na ponderação era formado por um perfil muito semelhante de pessoas (técnicos especialistas em transportes). Acredita-se que abordando a opinião de outros grupos a ponderação dos critérios venha assumir valores um tanto diferenciados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALMEIDA, C. F. (2001) *Contribuição ao Dimensionamento de Terminais Hidroviários urbanos de Passageiros*. Dissertação de Mestrado, Publicação TU. DM –008A/01, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 137p.
- BARBOSA, M. H. M (1982). *Diretrizes para projetos de Terminais Hidroviários Urbanos de Passageiros*; Dissertação de Mestrado; Instituto Militar de Engenharia do rio de janeiro; Rio de Janeiro.
- BURTON, H., *Going Green by Design, Sustainable Settlements*, In: Urban Design Quarterly, University of the West of England, Urban Design Group Resources, Page, <http://rudi.herts.ac.uk>.
- CAVALCANTE, R. A. (2002). *Estimativa das Penalidades Associadas com os Transbordos em Sistemas Integrados de Transporte Público*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- CEFTRU (2006a). *Apresentação da Reestruturação do Transporte Coletivo de Manaus – RTC/Manaus*. Brasília, DF.
- CEFTRU, Prefeitura Municipal de Manaus (2006b). *Estudo sobre Avaliações e Proposições para os Terminais e Paradas do Projeto de Reestruturação do Transporte Coletivo de Manaus-RTC/MAO*. Relatório Técnico. Brasília, DF
- CEFTRU, Prefeitura Municipal de Manaus – Instituto Municipal de Transportes Urbanos (IMTU). (2007a). *Produto 1 – Projeto Básico do Sistema de Transporte Público Urbano Convencional da Cidade de Manaus*. Brasília, DF.
- CEFTRU, Prefeitura Municipal de Manaus – Instituto Municipal de Transportes Urbanos (IMTU). (2007b). *Produto 3 – Modelo Funcional*. Brasília, DF.
- CEFTRU, Prefeitura Municipal de Manaus – Instituto Municipal de Transportes Urbanos (IMTU). (2007c). *Produto 4 – Modelo de Gestão – Relatório Conceitual e Descritivo*. Brasília, DF.
- CEFTRU, Prefeitura Municipal de Manaus – Instituto Municipal de Transportes Urbanos (IMTU). (2007d). *Produto 5 – Modelo de Delegação – Base Jurídica*. Brasília, DF.

- CEFTRU, Prefeitura Municipal de Manaus – Instituto Municipal de Transportes Urbanos (IMTU). (2007e). *Produto 6 – Curso de Treinamento em Planejamento de Transportes – Conteúdo, Ementa e Apresentações*. Brasília, DF.
- EBTU (1988). *Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros: Planejamento da Operação* / [organizado por] TCC Trânsito, Transportes Coletivos e Comunicações. – Brasília, DF.
- FERRAZ, A. C. C.; TORRES, I. G. E. (2004). *Transporte Público Urbano*. 2ª ed. amp. e res. São Carlos: Rima.
- FERREIRA, A. B. de H. (2006). *Novo Dicionário Aurélio versão 5.0 revista e atualizada*. Dicionário Eletrônico. Curitiba: Positivo.
- FERNANDES, J. H. C. (2003), *O que é um Sistema?* Disponível em: www.dimap.ufrn.br/~jorge/textos/introdutorios/oqueehsistema.html Acesso em 07 mar. 2006.
- GONDIM, M. F. *Transporte Não Motorizado Na Legislação Urbana No Brasil*. Dissertação de mestrado em engenharia de transportes do programa de pós-graduação de engenharia da UFRJ, Rio De Janeiro, Rj – Brasil, Abril 2001.
- HOROWITZ, A. J. e THOMPSON, N. A. (1994) *Evaluation of Intermodal Passenger Transfer Facilities*. Relatório Final (Final Report). Center for Urban Transportation Studies. University of Wisconsin, Milwaukee.
- IBGE (2007) *Cidades@*. Disponível em www.ibge.gov.br
- KAWAMOTO, E. (1994). *Análise de Sistemas de Transporte*. 2ª ed. São Carlos.
- MAGALHÃES, M. T. Q.; RIOS, M. F.; YAMASHITA, Y.(2004). *Identificação dos Padrões de Posicionamentos Determinantes do Comportamento dos Pedestres*. Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET, Florianópolis - SC.
- PMM – Prefeitura Municipal de Manaus – Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) (2001). *Plano Diretor urbano e Ambiental de Manaus*, Manaus – AM.
- MOLINERO, Á. M. e ARELLANO, I. S. (1998), *Transporte público, planeación, diseño, operación y administración*. Fundación ICA, México.
- MORLOK, E. K. (1978). *Introduction to Transportation Engineering and Planning*. McGraw-Hill, Inc. Tóquio, Japão.

- DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1987). *MITERP - Manual de Implantação de Terminais de Passageiros*. 4ª Edição, Rio de Janeiro.
- NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (1999), *Integração nos Transportes Públicos – Uma análise dos sistemas implantados*. Gráfica Itamarati. Brasília.
- NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2004), *Documentos Técnicos. Redes. Componentes das Redes. Construindo Redes de Transporte Público com Qualidade*. Brasília.
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, *Atlas do desenvolvimento Humano*, Disponível em: www.pnud.org.br/atlas. Acesso em 05 ago 2007.
- PRINZ, DIETER, *Urbanismo 1, Projecto Urbano*, Lisboa, Editorial Presença, 1980.
- PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO DE MANAUS (2007), *Valores Básicos de lotes por m² dos bairros de Manaus*. Disponível em: http://www.manaus.am.gov.br/secretarias/procuradoria/valores_unitarios.pdf. Acesso em 27 jun 2007.
- VASCONCELLOS, E. A. de (2005), *A Cidade, o Transporte e o Trânsito*, São Paulo: Prolivros.
- VASCONCELLOS, E. A. (2000) *Transporte Urbano nos Países em Desenvolvimento*. Ed. Annablume, São Paulo, SP.
- VAZ, J. C. (1994), *Integração Pontual do Transporte Coletivo*. 125 dicas do Instituto Polis – Desenvolvimento Urbano, DICAS n° 19. Disponível em: <http://www.federativo.bndes.gov.br/dicas.htm> Acesso em 24 mai 2006.
- SAATY, T. L. (1991), *Método de Análise Hierárquica*. McGraw-Hill, Rio de Janeiro.
- SANCHES, S. da P. (1996) *Acessibilidade: Um Indicador de Desempenho dos Sistemas de Transporte nas Cidades*, Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, pp.199-208, Brasília, DF.
- SANT'ANNA, J. A. (2001). *Sistemas Modernos e Tradicionais de ônibus no Mercosul Ampliado*. 1ª ed. Washington: BID.
- SARAIVA, M. (2000) *A Cidade e o Tráfego – Uma abordagem Estratégica*. Editora Universitária UFPE, Recife.

SAREM/ SEPLAN – PR (1982), *O que é Preciso Saber sobre Rodoviárias & Terminais de Carga*, Coleção Alternativas Urbanísticas, Rio de Janeiro, RJ.

TACO, P.W.G.; QUEIROZ, M.; TEDESCO, G.M.I.; GUERRA, H. O.; TEIXEIRA, G.L.; SHIMOISHI, J.M.; ORRICO FILHO, R. D. (2006) *Reestruturação do Transporte Coletivo Urbano por Ônibus: Um Modelo Funcional*. Anais do XX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, Brasília – DF, Vol. I, p. 440-451.

TRB - Transportation Research Board (2003), *Transit Capacity and Quality of Service Manual*, TCRP – Report 100, 2ª ed., Washington, DC.