

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO  
COORDENAÇÃO ESTADUAL DO PLANEJAMENTO

PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE URBANO DA  
GRANDE VITÓRIA - PDTU-GV  
REDE ANALÍTICA DE TRANSPORTE COLETIVO  
ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES

I100491

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO  
COORDENAÇÃO ESTADUAL DO PLANEJAMENTO  
INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES

PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE URBANO DA  
GRANDE VITÓRIA - PDTU-GV  
REDE ANALÍTICA DE TRANSPORTE COLETIVO  
ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO

SETEMBRO/85

**PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE URBANO DA  
GRANDE VITÓRIA - PDTU-GV  
REDE ANALÍTICA DE TRANSPORTE COLETIVO  
ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO**

COORDENADOR TÉCNICO DO IJSN  
Antônio Luiz Caus

GERENTE DO DTS  
Genilço Antonio Magnago

EQUIPE TÉCNICA

TÉCNICO RESPONSÁVEL  
Luciene Maria Becacici Esteves Vianna

ASSESSORIA TÉCNICA  
GEIPOT

EQUIPE DE APOIO DO IJSN

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
APRESENTAÇÃO	
1. ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO DA REDE .....	06
2. MODELO DE SIMULAÇÃO ADOTADO .....	08
3. DADOS DE ENTRADA DO MODELO .....	09
4. OPERAÇÃO DO MODELO .....	11
5. CODIFICAÇÃO DA REDE .....	12
6. ANEXOS .....	17
6.1. LIMITAÇÕES DO MODELO - PARÂMETROS MÁXIMOS .....	18
6.2. TABULAÇÃO DAS LINHAS .....	19
6.3. ESPECIFICAÇÃO DOS MODOS OU TIPOS DE SERVIÇO ADOTADOS NA CARACTERIZAÇÃO DA REDE ATUAL .....	21
6.4. EXEMPLOS DE CODIFICAÇÃO DE DADOS DE LINHAS E LINKS .....	22

## APRESENTAÇÃO

---

Componente do Programa AGLURB-VITÓRIA, o Plano Diretor de Transporte Urbano (PDTU-GV) encontra-se em fase de desenvolvimento neste IJSN, onde a Rede Analítica de transporte Urbana será utilizada como um dos principais instrumentos de trabalho.

O presente documento tem como objetivo estabelecer uma metodologia para montagem da Rede de Transporte Coletivo da Grande Vitória, intensamente utilizada nos diversos horizontes do projeto: curto, médio e longo prazos.

A sua estrutura é composta por Atividades de Preparação da Rede, Modelo de Simulação Adotado, Dados de Entrada do Modelo, Operação do Modelo, Codificação da Rede e quatro anexos: limitações do modelo, tabulação de linhas, especificação dos modos ou tipos de serviços adotados na caracterização da rede atual, exemplos de codificação de dados de linhas e links.

## 1. ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO DA REDE

---

### I - ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO DA REDE

1. Preparar o mapa com o zoneamento da área de estudo em escala 1:10:000, papel vegetal;
2. Sobre este mesmo mapa, lançar os itinerários das linhas de ônibus da Grande Vitória (trabalhar separadamente com cada município e também com a área central de Vitória);
3. Numerar ao longo dos itinerários, as linhas e o modo correspondente;
4. Definir sobre este traçado os **Nós** que representam as interseção de linhas, os **Nós** que representam os principais pontos de ônibus e terminais de transbordo e os pontos de ligação dos centróides das zonas à rede (Walk Links):
  - . Os Nós distintos em cada sentido de tráfego;
  - . Observar bem os Nós de interseção de linha para não confundir o encaminhamento correto de cada linha;



5. Definir os centróides de cada ZT (em função da ocupação do solo);
6. Numerar os centróides
7. Numerar os Nós:
  - . O primeiro Nó deve ter numeração superior ao número da última ZT;

- . Traçar sobre o mapa linhas que delimitem faixas de numeração de Nós, deixando entre elas uma lacuna para possível inclusão de um novo Nó porventura desconsiderado;
  - . Uma linha nunca pode passar 2(duas) vezes em um mesmo Nó.
8. Interligar os centróides aos Nós da rede, de acordo com os caminhos comumente percorridos até a rede pelos usuários do sistema:
- . Não esquecer de considerar todas as possíveis ligações entre as ZTs e a rede;
  - . Analisar sempre os dois sentidos de caminhada (partindo da ZT ou chegando à ZT);
  - . O link gerado é uma ligação virtual à qual será atribuída uma distância de caminhada (centésimos de Km), e o tempo de caminhada real (décimos de minuto).

## 2.

**MODELO DE SIMULAÇÃO ADOTADO**

---

Para a simulação do sistema atual e das diversas alternativas a serem analisadas no sistema de transporte coletivo proposto para a Grande Vitória, pretende-se adotar o modelo do URBAN TRANSPORTATION PLANNING SYSTEM - UTPS<sup>1</sup>-, bateria que se compõe pelos seguintes programas:

**1 - UNET:**

Descreve o sistema de transporte coletivo através dos itinerários e dos headways médios das linhas. A descrição da rede é feita em termos de linhas, nós, modos, distâncias, tempo, e Veículos/hora em cada link;

**2 - UPATH:**

Encontra o caminho mínimo para cada par de zonas de tráfego, através da árvore de caminhos mínimos (algoritmos de Moore);

**3 - UPSUM:**

Lê as saídas do UPATH e imprime matrizes de tempos entre todos os pares de ZT;

**4 - ULOAD:**

Lê as matrizes de O/D e designa os passageiros aos caminhos mínimos, carregando a rede.

---

<sup>1</sup>Urban Transportation Plannig System - Rede Analítica de Transportes Coletivos - Manual de Montagem

## 3.

DADOS DE ENTRADA DO MODELO

---

## 1 - Codificação dos dados da linha:

## . Número de linhas:

Atribuir a cada linha uma numeração simplificada com o menor número de dígitos possível, para efeito de análise.

## . Empresa:

Atribuir um código de identificação para cada empresa, observando também a restrição de campo (dois dígitos).

## . Modo:

Convencionar a identificação do município de origem e cada linha, utilizando apenas os dígitos 4, 5, 6, 7 e 8. (vide anexo)

## . Headway:

Definir para cada linha o headway médio de pico da manhã, da tarde e do entre-picos, com base nos dados da **Pesquisa de Controle Operacional nos Terminais (CATRACA)**.

## . Sequência de Nós:

Definir através de uma série de Nós, o itinerário de cada linha de ônibus.

Nota: Codificar todas as linhas de cada empresa por modo, nesta ordem:

## 2 - Codificação dos dados do link:

## . Nós de extremidade:

Identificar o link através dos Nós de extremidade, observando o sentido de tráfego.

. Modos:

Listar os municípios de origem das linhas que circulam no link em questão, ou a numeração adequada no caso de links de caminhada (vide Anexo);

. Extensão do link:

Determinar em planta, com o auxílio do curvímeter, a extensão de cada link, com um grau de precisão de 100m;

. Velocidade:

Definir a velocidade média operacional em cada link, nos períodos de pico da manhã, da tarde e no entre-picos, com base nos dados da **Pesquisa de Velocidade e Retardamento (ônibus e tráfego em geral)**. Para os links de caminhada, adotar a velocidade padrão;

. Tempo:

Estipular o tempo médio de operação do sistema, em cada link da rede, extraído da **Pesquisa de Tempo de Viagem por Trecho da Rede (ônibus e tráfego geral)**. Para os links de caminhada, calcular o tempo em função da extensão e da velocidade adotada.

Nota: Codificar os links mantendo em ordem crescente os Nós de origem, esgotando todas as ligações de cada Nó.

A rede analítica de transporte coletivo representa um instrumento útil na simulação da operação do sistema, seja ele real ou proposto.

Isto significa que as viagens geradas segundo a matriz O/D podem ser alocadas sobre as linhas de transporte coletivo (ônibus, barca) atual, podendo ainda alimentar um conjunto proposto de linhas cuja estrutura e itinerários sejam inteiramente distintos dos atuais, desde que para isso sejam fornecidos ao modelo os dados de entrada requeridos em cada uma das situações: ATUAL e PROPOSTA.

Depois de caracterizada através dos itinerários das linhas de ônibus e dos parâmetros físicos e operacionais, a rede é carregada com base nos dados gerados na Pesquisa por Entrevistas Domiciliares (Matriz O/D expandida para o universo da Grande Vitória).

Os passageiros são alocados às diversas linhas em função do menor tempo de viagem entre a origem e o destino de seu deslocamento:

- . No cálculo do tempo total de viagem são computados o tempo de caminhada da origem ao ponto de conexão com a rede, o tempo de espera no ponto de ônibus (headway médio), o tempo de percurso do trajeto, o tempo de transbordo, se houver, e o tempo de caminhada da rede ao destino final;
- . Esses tempos são calculados para cada linha em função das extensões e das velocidades médias operacionais atribuídas a cada link da rede (inclusive os de caminhada - walk links), e dos headways atribuídos às diversas linhas de ônibus.

Finalmente a avaliação do volume de passageiros transportados em cada linha nos horários de pico da manhã, da tarde e no entre-picos, possibilita o dimensionamento de todo o sistema através da definição de um programa de operação de cada linha ao longo do dia, gerando um melhor atendimento ao usuário, concomitantemente com uma utilização mais racional dos equipamentos e recursos humanos envolvidos.

## CONTINUAÇÃO

COLUNA	DADOS
--------	-------

OBS: Se foi usado o tempo de viagem do LINK (37-39), não se deve usar velocidade de operação.

Nestes casos as colunas 41 a 62 são ignoradas e podem ser deixadas em branco. Se os dados de B para A não são os mesmos que de A para B, deixar a coluna 40 em branco e codificar somente os campos a seguir. Se algum dos campos a seguir for então deixado em branco é assumido que contém o mesmo valor que o correspondente de A para B. Se a ligação é de um sentido pode-se deixar em branco de 40 a 62.

41-44	Distância em Km/10 de B para A
45-47	Velocidade de pico da manhã de B para A
48-50	Tempo de pico da manhã de B para A
51-53	Velocidade de pico tarde de B para A
54-56	Tempo de pico da tarde de B para A
57-59	Velocidade fora do pico de B para A
60-62-63- 72-76	Tempo fora do pico de B para A
73-78	Pode ser usado para identificação (estas colunas se não ignoradas). Numerar a partir de 1.000, 2.000, 3.000, etc...

## REGRAS:

A - Iniciar com o menor dos nós numerados, o qual será o centróide nº 1, e codificar suas ligações para os números maiores.

B - Encontrar o próximo menor dos nós e codificar todas as suas ligações indo para os nós de números maiores.

- C - Continuar este processo até que todas as ligações sejam codificadas.  
OBS: É importante seguir esta sistemática para prover testes nos códigos de todas as ligações - e desta forma o deck de cartões já está feito do sort.
- D - Verificar que todas as ligações estão codificadas corretamente.
- E - Verificar que todas as ligações estão codificadas somente uma vez.
- F - Verificar que todas as ligações têm uma distância codificada (Dist. = zero é válida).
- G - Obter listagem de todos os cartões já perfurados, para verificar que as informações estão codificadas nas col. próprias.
- H - Checar todas as ligações que não são de tráfego público, pois o programador não detectará a ausência de um outro tipo de transporte na mesma ligação.
- I - Depois de processar os dados no **UNET**, checar os nós não utilizados (listados p/ UNET) para cada rede.
- J - Se um período de tempo (tempo de pico manhã... etc) é especificamente como = T no option card e o tempo ou velocidade é encontrado no cartão de ligação, então o tempo é tornado zero, em outras palavras, velocidade = .
- K - O sentido da ligação (A B) deve coincidir com a do movimento.
- L - Os cartões de ligações não tem que estar classificados para serem processados pelo **UNET**, entretanto os nós classificados auxiliam na atualização manual.

## 2 - CODIFICAÇÃO DOS DADOS DAS LINHAS

### I - CARTÃO DE DADOS DAS LINHAS

Cada linha de tráfego da rede deve ser: Codificada separadamente no cartão de dados das linhas.

COLUNA	DADOS
1	2 - se indica uma linha-protótipo. 3 - se indica uma sublinha (ver cap. III C-2G).
2-3	Nº da companhia que opera a linha. Ajustado à dir. (este número não necessita ser perfurado, se a companhia não é desejada, isto é, não se faz sumário de linhas por companhia), para se conhecer o desempenho das mesmas).
4	0 modo da linha (4 e 8). Uma linha não pode ter 2 modos.
5-7	Nº de linhas de trânsito, ajustado à dir. (Não pode ser alfa-numérico).
8	Nº de seq. do cartão. Se uma linha conecta mais que 9 nós, sua codificação deverá ser continuada no cartão nº 2. Se conecta mais que 18 nós, continua no cartão nº 3 ... e assim sucessivamente até um máximo de 6 cartões ou 50 nós. As col. 9-24 devem ser para cartões de continuação. (CARD 2, 3, ... 9).  OBS: O cartão de dados da linha, descreve-a em detalhes: modo companhia que opera a linha, nº, headway dentro e fora do pico, descrição no espaço e no tempo de cada linha; para suprir o programa da rede.
9	0 - Retirar linha (opção de atualização) código de direção da linha. 1 - 1 sentido 2 - 2 sentidos
10-12	Headway no pico da manhã em min./10. pto. decimal assumido entre col. 11 e 12 (HEADWAY = tempo freq. entre 2bus = linha reflere qualidade sery. linha).
13-15	Headway no pico da tarde em min./10.
16-18	Headway fora do pico. (manhã e tarde).

continua

## CONTINUAÇÃO

COLUNA	DADOS
19-21	Headway à noite.  OBS: Se uma linha não é operada em alguns destes períodos (manhã, tarde e noite), os headways no pico e fora dele relativos a estes períodos, devem vir em branco. Estes períodos não necessitam representar, esses particulares períodos de tempo.
22-24	Headway mínimo (atua como restrição aos programas de alocação recalculam o Headway baseado nos carregamentos), p <sub>o</sub> de ser deixado em branco.
25-30 35-40 45-50 50-60 65.	Para o cartão <b>3</b> somente usadas para referenciar os nós anteriores do cartão tipo <b>2</b> ou <b>3</b> . Um (*) é usado para referir-se à última linha protótipo. Um (*) é usado para referir-se à última sublinha. Esta maneira de <b>se referir de volta</b> é detalhada mais adiante neste capítulo. No cartão <b>2</b> estas colunas são assumidas; se este recurso de <b>se repetir de volta</b> é usado, o usuário deve ter cuidado na atualização das redes para assegurar que <b>sublinhas</b> não são incorretamente modificadas.
26-29	Número do 1º nó da linha (nó de origem). Todas as ligações devem ser codificadas sequencialmente de modo que o caminho correto da linha está disponível ao programa.
31-34	2º nó
36-39	3º nó
41-44	4º nó
46-49	5º nó
51-54	6º nó
56-59	7º nó
61-64	8º nó
64-69	9º nó
70-71	
72	T - se este é o último cartão da linha - se não é o último cartão da linha
73-80	Não é processado e serve para identificar os dados.

6.

**ANEXOS**

---

**6.1. LIMITAÇÕES DO MODELO - PARÂMETROS MÁXIMOS:**

Nº de Nós = 8.191

Nº de Links = 11.000

Nº de Linhas/Link/Modo = 31

Nº de ZTs = 2.000

Nº de Nós/Linha = 50

Nota: Linhas que ultrapassem 50 Nós recebem dois números (um para cada sentido), como se fossem duas linhas distintas.

## 6.2. TABULAÇÃO DE LINHAS

As linhas devem ser tabuladas tal como abaixo onde os itens são explicados a seguir:

A - Designação da empresa de transportes

B - Modo

C - Origem

D - Destino

E - Direção

F - Headway

G - Tipo da Linha

H - Número da linha para o computador.

A - NOME DA EMPRESA DE TRANSPORTES:

É o nome ou número dado pela empresa de transportes a linha.

EX: A1, BS, etc.

B - MODO:

Cada modo corresponde a um código específico, daqueles citados no capítulo 3. (Códigos: 4, 5, 6, 7, 8,).

C - ORIGEM:

É o ponto onde começa a linha. Em uma linha de dois sentidos não importa qual seja a origem.

D - DESTINO:

É o ponto onde termina a linha. Idem para linhas de dois sentidos.

E - DIREÇÃO:

Para direção é usado o código 1 para linhas de 1 sentido e 2 para linhas de dois sentidos.

F - HEADWAY:

É a média do tempo entre duas passagens de ônibus. Depende do período

de tempo considerado.

#### G - TIPO DE LINHA:

Esta coluna e a seguinte só podem ser preenchidas quando as anteriores estiverem completas. Define-se então dois tipos de linhas: **linhas-protótipo** e **sublinhas**. No UNET, se duas têm um trecho em comum, a sequência de nós só precisa ser codificada uma vez e refere-se a ela na linha seguinte, economizando tempo.

Linhas-protótipo são as que tem todos os seus trechos codificados de modo explícito. Sublinhas são aquelas que têm trechos em comum com a linha-protótipo. Para efetuar esta divisão deve-se proceder da seguinte maneira:

- 1º Tomando a primeira linha da lista determinar todas as outras que têm trecho em comum com esta.
- 2º Deste grupo, obtido dessa forma, tomar a linha que tem mais trechos em comum com as outras. Esta é uma linha protótipo.
- 3º Designe todas as outras como sublinhas.
- 4º Repita o processo para a primeira linha da lista que não faz parte do primeiro grupo e assim por diante até designar todas as linhas como protótipos ou sublinhas.

#### H - NÚMERO DE LINHAS NO COMPUTADOR:

Vai de 1 a 255. A primeira linha-protótipo recebe o número 1. As sublinhas subsequentes vão recebendo a numeração sequencial a partir de 2 de acordo com o tamanho do trecho que tem em comum com as outras.

### **6.3. ESPECIFICAÇÃO DOS MODOS OU TIPOS DE SERVIÇO ADOTADOS NA CARACTERIZAÇÃO DA REDE ATUAL:**

#### **TRANSPORTE NÃO PÚBLICO**

Modo 1 - Ligações a pé em terminais de transbordo ou pontos de ônibus.

Modo 2 - Não existe

Modo 3 - Ligações a pé entre os centróides das ZTs e a rede.

#### **TRANSPORTE PÚBLICO**

Modo 4 - Linhas de ônibus com origem em Vitória

Modo 5 - Linhas de ônibus com origem em Vila Velha

Modos 6/7 - Linhas de ônibus com origem em Cariacica e Viana

Modo 8 - Linhas de ônibus com origem na Serra.



