

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
YASMIN MENEZES CASTRO

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DA  
AVENIDA CONDE DA BOA VISTA PARA O BRT

Recife  
2014

YASMIN MENEZES CASTRO

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DA  
AVENIDA CONDE DA BOA VISTA PARA O BRT

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de graduação em  
engenharia civil da Universidade Federal  
de Pernambuco para obtenção do grau  
de Engenheira Civil

Orientador: Prof. Maurício Renato Pina  
Moreira

Recife

2014

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

C355d Castro, Yasmin Menezes.  
Dimensionamento do pavimento da Avenida Conde da Boa vista para o  
BRT / Yasmin Menezes Castro. - Recife: O Autor, 2014.  
66 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Renato Pina Moreira.  
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Departamento de Engenharia Civil, 2014.  
Inclui Referências e Anexos.

1. Engenharia Civil. 2. Dimensionamento. 3. Pavimento de Concreto.  
4. Avenida Conde da Boa Vista. 7. BRT. I. Moreira, Maurício Renato  
Pina. II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2014-242



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 - YASMIN MENEZES CASTRO

2 - .....

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Mauricio Renato Pina Moreira

Examinador 1: Fernando Jordão de Vasconcelos

Examinador 2: Mauricio Oliveira de Andrade.....

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DA AVENIDA CONDE DA BOA VISTA PARA O BRT

.....

.....

LOCAL: CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS/ SALA DE AULA DO DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA.....HORÁRIO DE INICIO:14:10 h

Em sessão pública, após exposição de cerca de <sup>30</sup> minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) argüido(s) oralmente pelos membros da banca, sendo considerado(s):

1)  **aprovado(s)**, pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito

**Sem revisões.**

**Com revisões**, a serem feitas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias.(o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

2)  **reprovado(s)**.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, 27 de Agosto de 2014.

Orientador:.....

YASMIN MENEZES CASTRO

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DA  
AVENIDA CONDE DA BOA VISTA PARA O BRT

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Mauricio Renato Pina Moreira – Orientador (Presidente)

---

Prof. Fernando Jordão de Vasconcelos - Membro

---

Prof. Mauricio Oliveira de Andrade - Membro

Recife

2014

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao professor Maurício Renato Pina, pela paciência, orientação e constante atenção e cuidado transmitidos.

Ao professor Fernando Jordão que sempre tinha uma palavra de apoio e estava disposto às perguntas e questionamentos.

À minha família, em especial à minha mãe, Maria da Paz, por me apoiar constantemente em qualquer situação, à minha irmã, Tainá, ao meu tio Júnior e ao meu pai, George.

Aos meus avós, Domício e Lília, que são os melhores que uma neta poderia ter.

Aos Amigos, em especial a Thiago Franklin, que me ajudou no TCC1, e a todos os outros que sempre perguntavam ansiosamente quando eu iria finalizar este projeto e quando seria a apresentação.

E ao meu melhor amigo Pedro Dantas por toda paciência, amor e atenção durante toda a realização deste trabalho.

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho é prever as cargas atuantes na Avenida Conde da Boa Vista, que terá o tráfego composto exclusivamente por veículos BRT. Faz-se necessário um bom estudo do projeto para que a estrutura não seja dimensionada erroneamente. Desse modo, foram seguidas as normas disponibilizadas pelo DNIT. Através do método da PCA foi calculada a espessura da placa de concreto para três sub-bases diferentes a fim de compará-las e chegar na melhor solução (em função de qualidade e economia).

Também foi feita uma comparação do dimensionamento do pavimento calculado com o dimensionamento atual para verificar se atende às novas solicitações de carga, além de um breve comentário acerca das condições atuais do pavimento.

Palavras-chave: Dimensionamento, Pavimento de Concreto, Avenida Conde da Boa Vista, BRT.

## ABSTRACT

The purpose of this study is to predict the loads acting on Conde da Boa Vista Avenue, which will have its traffic composed exclusively of BRT vehicles. It is necessary a good study of the project so that the structure is not scaled wrongly. Thus, the norms provided by DNIT were followed. Through the PCA method the thickness of the concrete slab for three different sub-bases was calculated in order to compare them and get the best solution (in terms of quality and economy).

Also a comparison of the design of the pavement with the current calculated to verify that meets the new load requests sizing, plus a brief comment about the current condition of the pavement.

Keywords: Sizing, Concrete Floor, Conde da Boa Vista Avenue, BRT.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Figura Ilustrativa dos trechos da Avenida Conde da Boa Vista

Figura 2 – Templo da Primeira Igreja Batista do Recife

Figura 3 – Terminal Joana Bezerra

Figura 4 – Aspectos fundamentais do pavimento

Figura 5 - Curvas de fadiga

Figura 6 – Análise de Fadiga: número admissível de repetições de carga em função do Fator de Fadiga

Figura 7 – Análise de Erosão para Sub-base de Concreto Rolado: número admissível de repetições de carga em função do Fator de Erosão

Figura 8 – Análise de Erosão para Sub-base de Solo Melhorado com Cimento: número admissível de repetições de carga em função do Fator de Erosão

Figura 9 – Análise de Erosão para Sub-base de Solo-Cimento: número admissível de repetições de carga em função do Fator de Erosão

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perfil da Avenida Conde da Boa Vista

Tabela 2 - Principais indicadores do uso do Sistema BRT por Região.

Tabela 3 - Frota de Automóveis na Região Metropolitana do Recife de 2001 a 2011.

Tabela 4 - Dados de Demanda para os Corredores do BRT em Recife-PE.

Tabela 5 - Comparação entre os pavimentos rígidos e flexíveis

Tabela 6 - Tipos de Sub-base de pavimento rígido.

Tabela 7 - Tráfego diário total de BRT adotado

Tabela 8 – Projeção de tráfego - 2008 a 2027

Tabela 9 – Projeção de tráfego - 2014 a 2033

Tabela 10 - Frequência Absoluta

Tabela 11 - Coeficiente de recalque K.

Tabela 12 – K da Sub-base de Solo-cimento

Tabela 13 – K da Sub-base de Solo Melhorado com Cimento

Tabela 14 – K da Sub-base de Concreto Rolado

Tabela 15 – Resumo do Coeficiente de Recalque para as três sub-bases

Tabela 16 – Fator de Fadiga

Tabela 17 – Fator de Erosão com Barras de Transferência

Tabela 18 – Fator de Erosão sem Barras de Transferência

Tabela 19 – Resumo das espessuras do dimensionamento

Tabela 20 – Características das Barras de Transferência

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	10
2- CONCEITOS INTRODUTÓRIOS .....	11
2.1- BREVE HISTÓRICO DA AVENIDA CONDE DA BOA VISTA.....	11
2.2- - O SISTEMA BRT: .....	14
2.2.1- DEFINIÇÃO DE BRT .....	14
2.2.2- HISTÓRICO DO BRT .....	15
2.2.3- CARACTERÍSTICAS DO BRT.....	16
2.2.4- IMPACTOS DO BRT: .....	17
3- DESENVOLVIMENTO:.....	23
3.1- PAVIMENTO.....	23
3.1.1 - CONCEITO, FUNÇÕES E ASPECTOS FUNCIONAIS DO PAVIMENTO: .....	23
3.1.2- TIPOS DE PAVIMENTO.....	24
3.1.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS PAVIMENTOS RÍGIDOS E FLEXÍVEIS:.....	25
3.2 – BASES E SUB-BASES.....	26
3.2.1 - FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDAS.....	26
3.2.2 - RÍGIDAS.....	28
3.3 DIMENSIONAMENTO E MÉTODOS .....	28
4- METODOLOGIA.....	31
5- RESULTADOS .....	42
6- ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	52
7- CONCLUSÃO .....	54
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
9- ANEXOS:.....	57

## 1- INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta conceitos introdutórios acerca do novo meio de transporte adotado na Região Metropolitana do Recife: o BRT (Bus-Rapid Transit). Com o avanço da economia no Brasil e a facilidade da compra de automóveis, o Recife se transformou numa das capitais mais congestionadas do país e busca novas soluções para aprimorar a mobilidade urbana.

É feito também o novo dimensionamento da Avenida Conde da Boa Vista, via pertencente ao Corredor Leste-Oeste e uma das principais da cidade. Ela será exclusivamente utilizada pelo BRT. A metodologia utilizada foi o método desenvolvido pela PCA (Portland Cement Association), disponibilizado pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes)

A fim de comparações, foi apresentado a atual configuração do pavimento da Avenida e um breve comentário acerca de sua situação.

## 2- CONCEITOS INTRODUTÓRIOS

### 2.1- BREVE HISTÓRICO DA AVENIDA CONDE DA BOA VISTA

A Avenida Conde da Boa Vista, uma das principais vias do Recife (com 22% do tráfego de ônibus da Região Metropolitana do Recife<sup>1</sup>), teve sua construção iniciada no século XVIII. Inicialmente era formada por um terreno de Mangue e seu aterramento teve início em 1756, sendo chamada de Rua Formosa devido à beleza do local.

A construção da via teve início em 1840, pelo então presidente da província de Pernambuco, Francisco do Rego Barros, o Conde da Boa Vista, e foi feita em três etapas: a primeira parte foi o trecho entre a Rua da Aurora e a Rua do Hospício, antiga Visconde de Camaragibe. Em seguida a ligação dessa última à Rua Gervásio Pires e, por final, em 1899, devido às várias indenizações necessárias, foi concluída a terceira e última parte, que é o trecho que vai até o bairro do Derby, chamado na época de Caminho Novo. O que conhecemos hoje por Avenida Conde da Boa Vista é a união entre a Rua Formosa (primeira e segunda etapas) e o Caminho Novo (terceira etapa) e a via teve esse nome somente após a morte do Conde da Boa Vista em 1870. Os trechos podem ser vistos na Figura 1

<sup>1</sup> Segundo o site <http://jconlineblogs.ne10.uol.com.br/deolhonotransito/2014/02/17/brt-improvisado-na-avenida-conde-da-boa-vista/> - Acessado em 15/08/2014 as 19:20h





Figura 2 – Templo da Primeira Igreja Batista do Recife

Fonte: <http://cafehistoria.ning.com/photo/recife-1907-templo-primeira?context=latest>  
Acessado em 15/08/2014 as 20:17h

Entre 2007 e 2008, a avenida sofreu modificações bastante criticadas: o ex-prefeito do Recife João Paulo reinaugurou a via com o propósito de priorizar o transporte coletivo. As paradas de ônibus ficaram localizadas no meio da via e os carros privados têm acesso apenas à faixa lateral da via. O perfil da Avenida é apresentado na Tabela 1 abaixo e a lista de todas as linhas que passam atualmente nela estão apresentadas em anexo.

Perfil da Avenida Conde da Boa Vista	Ônibus	com BRT
Nº de linhas	54	16
Nº de ônibus	537	160
Paradas	6	3

Tabela 1 – Perfil da Avenida Conde da Boa Vista  
Fonte: Grande Recife e Prefeitura do Recife

Por ser estrategicamente localizada, ter um elevado fluxo de pessoas e veículos (400 mil pessoas e 9,7 mil veículos diariamente, segundo o Grande Recife) e ser o principal corredor de ônibus da cidade, a Avenida Conde da Boa Vista é considerada uma das mais importantes da cidade do Recife e faz parte, atualmente, do Corredor Leste-Oeste.

## 2.2- - O SISTEMA BRT:

### 2.2.1- DEFINIÇÃO DE BRT

O BRT vem da sigla em inglês, Bus Rapid Transit, que significa Transporte Rápido por Ônibus. É um sistema de transporte coletivo de passageiros de média capacidade, eficiente e de alta qualidade que oferece um serviço rápido, confiável e confortável. Tais características são comparáveis às do sistema ferroviário, atingindo um desempenho semelhante com apenas uma fração do seu custo: chegam a ser 10 vezes mais baratos<sup>2</sup>. Ele também possui um tempo de implantação bastante rápido.

Apesar de sua origem, o BRT tem pouco em comum com os sistemas tradicionais de ônibus. O sistema não propõe apenas uma mudança na frota ou na infraestrutura do transporte público coletivo, mas sim um conjunto de mudanças que juntas formam um novo conceito de mobilidade urbana.

Nos dias de hoje, a busca por sistemas de trânsito de alto desempenho, eficientes e ecologicamente sustentáveis aumenta cada vez mais e para isso não há nada mais adequado do que soluções BRT, realizáveis a médio e longo prazo com investimento moderado. São conceitos que se integram homogeneamente nas estruturas urbanas, em tempo hábil como solução plena ou também por etapas.

<sup>2</sup> - <http://www.brtbrasil.org.br/index.php/brt/conceitos>, Acessado em 22/08/2014 às 23:03h

## 2.2.2- HISTÓRICO DO BRT

O sistema BRT foi criado em 1974 pelo arquiteto e, na época, -prefeito de Curitiba Paraná: Jaime Lerner. A cidade começou uma revolução em seu sistema de transportes através da ideia, concebida pelo IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba) juntamente com Lerner, de um modelo de transporte até então inédito. Executado de maneira integrada, foi montada uma rede pela cidade que conduziu o crescimento urbano e suportou bem a demanda pelas décadas seguintes.

Curitiba ganhou com o BRT vários projetos inovadores, zonas de pedestres e espaços verdes e serviu de exemplo para várias cidades do Brasil e do mundo.

A cidade de Bogotá na Colômbia foi outra que teve como precursor o BRT para iniciar os estudos e projetos para melhoria da Mobilidade Urbana. Implantado em 2000, o TransMilenio apresentou uma mudança radical, regulamentando o sistema de transporte público que vinha apresentando vários meios de transporte ilegais. Junto com ele outras soluções foram adotadas: a limitação do uso de transporte particular nos horários de pico, restrições no estacionamento público, aumento de taxas na gasolina para ajudar na manutenção das vias públicas, melhoria de calçadas para pedestres e construção de uma grande infraestrutura cicloviária.

Na tabela 2, é possível observar o número de passageiros diário que utiliza o sistema, o número de cidades por região e o comprimento total de vias utilizadas. É notável o número de cidades na América Latina, que apresenta a maior porcentagem de cidades, comparado às outras regiões do mundo que utilizam o BRT.

Região	Passageiros/dia	Número de cidades	Comprimento (km)
África	242,000(0.77%)	3(1.65%)	80(1.71%)
Ásia	8,485,822(27.06%)	36(19.88%)	1,295(27.7%)
Europa	1,785,829(5.69%)	51(28.17%)	799(17.09%)
América Latina	19,523,761(62.25%)	59(32.59%)	1,610(34.43%)
América do Norte	891,035(2.84%)	26(14.36%)	797(17.04%)
Oceania	430,041(1.37%)	6(3.31%)	94(2.01%)

Tabela 2: Principais indicadores do uso do Sistema BRT por Região.

Traduzido do site: <http://brtdata.org/#/location>, Acessado em 15/08/2014 as 22:50h

### 2.2.3- CARACTERÍSTICAS DO BRT

- Uso de ônibus articulado que pode substituir 100 carros;
- Corredores dedicados para a circulação do transporte coletivo;
- Embarque e desembarque no mesmo nível dos veículos, tornando o processo mais rápido;
- Sistema de pré-pagamento de tarifa;
- Veículos de média capacidade, modernos e com tecnologias mais limpas;
- Transferência entre rotas sem incidência de custo;
- Integração com outros modais de transporte;
- Centro de controle operacional que monitora a frota via GPS;
- Priorização semafórica;
- Informação em tempo real ao usuário;
- Acessibilidade universal;
- Estações fechadas, protegidas contra intempéries e seguras;
- Veículos modernos com janelas panorâmicas, iluminação interna e assentos confortáveis.

## 2.2.4- IMPACTOS DO BRT:

Além de seus indicadores únicos de performance, o Transporte Rápido por Ônibus pode impactar a qualidade de vida, saúde e segurança das pessoas que moram em centros urbanos. De forma sucinta, são apresentados a seguir as principais vantagens e desvantagens do sistema.

### 2.2.4.1 – VANTAGENS DO BRT:

- Economia no tempo de viagem:

O BRT oferece economia no tempo de viagem através do uso de faixas exclusivas para sua circulação, passagens pagas na própria estação, antes do embarque no ônibus, embarque em nível proporcionando mais velocidade e acessibilidade, veículo com alta capacidade e várias portas de entrada, diminuição do tempo de espera através da alta frequência de passagem do BRT e gerenciamento dos sinais de trânsito.

- Redução da emissão de gases que causam o efeito estufa:

A redução se dá pela melhoria da eficiência do combustível devido ao uso de ônibus mais novos e maiores que os convencionais, tornando o transporte público mais eficiente e atrativo, de acordo com a metodologia de MDL AM0031 (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, estabelecido pelo Protocolo de Quioto).

- Redução de acidentes através de melhoras na via:

Reduz acidentes através da redução do uso de veículos privados (e sua troca pelo transporte individual) e através da segregação da faixa do transporte público.

- Utilidade pública:

O uso do BRT cria novos empregos (como exemplo: motoristas, cobradores nas estações, controladores de operações, etc), melhora a segurança e valoriza imóveis nas áreas próximas às estações.

#### 2.2.4.2 – DESVANTAGENS DO BRT:

- Fator poluente:

O Sistema BRT utiliza um veículo novo, com tecnologias novas que diminuem a poluição. Porém, o veículo utilizado aqui não terá essa tecnologia, será poluente da mesma forma, ou talvez pior, que o ônibus tradicional. Assim, isso será acrescentado nas desvantagens;

- Impacto Urbano a longo e médio prazo:

Como necessita de uma via exclusiva e um espaço considerável para implantação das estações e terminais de integração, o sistema ocasiona muitas desapropriações (dependendo do local) para sua implantação e futuro desenvolvimento.

- O uso de terminais de integração.

O Sistema BRT utilizado no Recife fará uso apenas das principais vias que dão acesso ao centro da cidade. Os subúrbios não terão mais um ônibus que vai direto para o centro, os passageiros terão que recorrer a um ônibus tradicional, descer no terminal de integração e partir do BRT para o destino desejado. A desvantagem disso é o fato de constatar que os terminais de integração do Recife não são corretamente projetados. As enormes filas de espera e falta de organização e educação leva muitos passageiros a preferirem tomar uma viagem mais longa num único veículo a fazer uma viagem bem mais curta utilizando dois veículos e o terminal de integração. Na figura 3 é possível observar a situação encontrada no Terminal de Joana Bezerra, um dos principais terminais do Sistema Estrutural Integrado (SEI) do Recife.



Figura 3 – Terminal Joana Bezerra

Fonte: <http://oglobo.globo.com/brasil/passageiros-enfrentam-ate-tres-horas-de-espera-no-terceiro-dia-da-greve-dos-rodoviaros-em-recife-13429632> - Acessado em 16/08/2014 as 14:07h

## 2.2.5 – BRT NO RECIFE

Segundo dados do DETRAN, a frota de automóveis na Região Metropolitana do Recife subiu de 558.009 veículos em 2001 para 1.027.563 em 2011, ou seja, um crescimento de 84,15% em 10 anos.

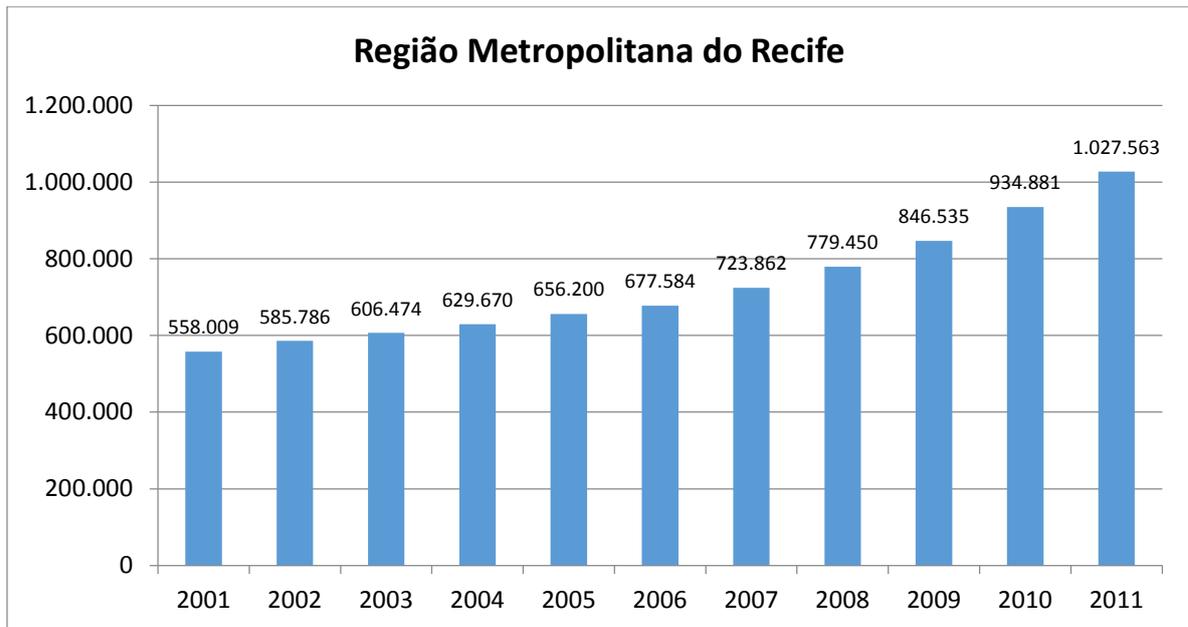


Tabela 3: Frota de Automóveis na Região Metropolitana do Recife de 2001 a 2011.  
 Fonte: [http://www.detran.pe.gov.br/images/stories/estatisticas/HP/1.2\\_evolucao\\_anual.pdf](http://www.detran.pe.gov.br/images/stories/estatisticas/HP/1.2_evolucao_anual.pdf) -  
 Acessado em 26/08/2014 as 12:30h.

Isso ocorreu devido ao crescimento da economia, e consequente aumento de renda da população, reduções fiscais do governo (Redução do IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados) e das facilidades oferecidas pelos bancos.

Apesar do enorme aumento da frota, a infraestrutura da cidade não acompanhou esse crescimento, e fez com que a capital pernambucana fosse considerada a capital mais congestionada do Brasil, com 60% de lentidão (Segundo a empresa de tráfego TomTom). A pesquisa mede a densidade do congestionamento, que é uma comparação entre a quantidade de ruas existentes na cidade e quantas delas são congestionadas.

Com isso, é possível notar que, com a proximidade da Copa do Mundo 2014 e o Recife sendo uma das cidades sede escolhida para sediar 5 jogos, obras de

infraestrutura para melhoria da Mobilidade Urbana deveriam ser feitas com extrema urgência.

Assim, a solução encontrada para melhoria da mobilidade foi a adoção do Sistema BRT, o chamado Via Livre, que foi dividido em dois corredores: Norte-Sul e Leste-Oeste. A ficha técnica de cada corredor é apresentada na Tabela 4.

Corredor	Demanda Diária de Passageiros	Demanda de Passageiros em horas de pico	Frequência na hora de pico (veículos/h)
Norte-Sul	145,9 mil	14,5 mil	231
Leste-Oeste	126,5 mil	12,6 mil	180
Ramal da Copa	40 mil	-	-

Tabela 4: Dados de Demanda para os Corredores do BRT em Recife-PE.  
Fonte: BRT Studies in Brazil, NTU 2013.

#### 2.2.6 – CORREDOR LESTE-OESTE:

A Avenida Conde da Boa Vista pertence ao corredor Leste-Oeste. Este corredor possui 12 quilômetros de extensão, e liga os municípios de São Lourenço, Camaragibe e Recife. Terá, ao todo, quatro terminais de integração:

- Terminal Integrado da Caxangá:

Inaugurado em 2008, será reformado. Possui 8 linhas atualmente (mostradas em anexo) distribuídas em 49 coletivos, que realizam 528 viagens diárias e atendem 9.962 passageiros por dia (Segundo dados do Grande Recife Consórcio de Transportes).

- Terminal Integrado de Camaragibe:

Inaugurado em 2002, será reformado. Possui 21 linhas (mostradas em anexo) distribuídas em 49 coletivos, que realizam 528 viagens diárias e atendem 9.962 passageiros por dia (Segundo dados do Grande Recife Consórcio de Transportes).

- Terminal Integrado da Terceira Perimetral:

Está sendo construído. É localizado no cruzamento entre a Avenida Caxangá e a Avenida General San martin.

- Terminal Integrado da Quarta Perimetral:

Está sendo construído. É localizado próximo ao viaduto do cruzamento entre a BR-101 e a Avenida Caxangá.

O Corredor Leste Oeste é formado por 22 estações. Porém, dessas, 8 foram inauguradas:

- Estação Capibaribe
- Estação BR-101
- Estação Caiara
- Estação Forte do Arraial
- Estação Getúlio Vargas
- Estação Abolição
- Estação Derby
- Estação Guararapes

### 3- DESENVOLVIMENTO:

#### 3.1- PAVIMENTO

##### 3.1.1 - CONCEITO, FUNÇÕES E ASPECTOS FUNCIONAIS DO PAVIMENTO:

Para Wlastermiler (2007), um pavimento é um sistema de camadas sobrepostas (Revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e regularização) que possuem espessuras finitas assentes sobre um semi-espaço infinito (o subleito).

Segundo a NBR-7207/82, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, “O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto a:

- a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.”

Sobre os aspectos funcionais, quando um veículo com carga  $Q$  se desloca com uma velocidade  $V$  sobre o pavimento, este recebe uma tensão vertical de compressão  $\sigma_0$  e uma tensão horizontal de cisalhamento  $\tau_0$ , conforme Figura 4. As camadas do pavimento também terão a função de diluir a tensão vertical aplicada na superfície, de forma que o subleito receba uma parcela menor desta tensão superficial  $p_1$ . A tensão horizontal aplicada na superfície exige que esta tenha uma coesão mínima.

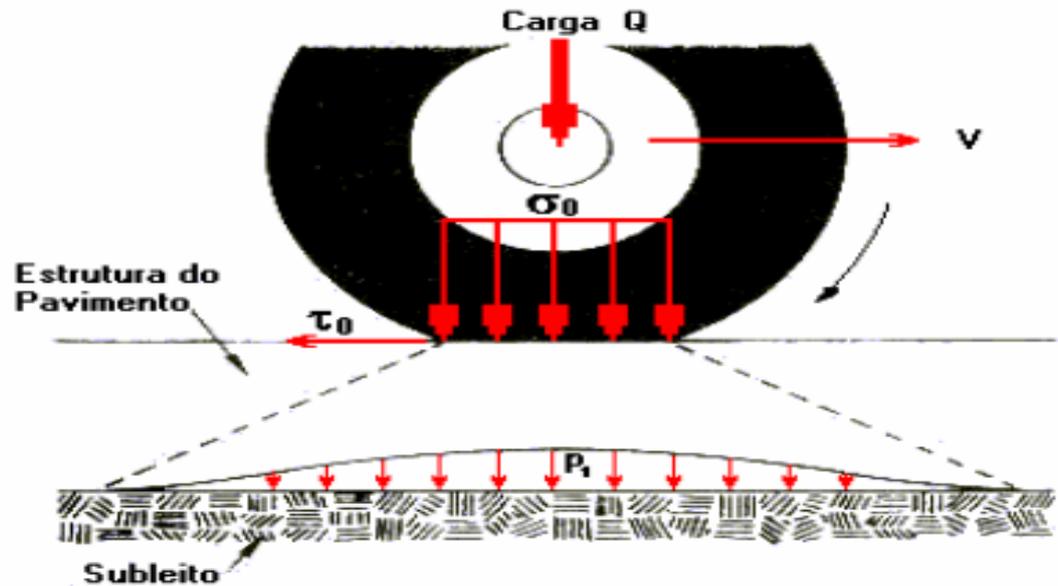


Figura 4 – Aspectos fundamentais do pavimento  
 Fonte: <http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2012/03/Notas-de-Aula-Prof.-Geraldo.pdf> -  
 Acessado em 17/08/2014 as 16:20h

### 3.1.2- TIPOS DE PAVIMENTO

Há, basicamente, três tipos de pavimentos bastante utilizados nos dias de hoje: o Pavimento Flexível, o Pavimento Semi-rígido e o Pavimento Rígido.

#### 3.1.2.1 PAVIMENTO FLEXÍVEL:

Segundo o Manual do DNIT, 2006, o pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalente entre as camadas.

#### 3.1.2.2 PAVIMENTO SEMI-RÍGIDO:

É uma situação intermediária entre os pavimentos flexível e rígido. Apresenta razoável resistência á tração e é composta por misturas: solo-cimento, solo-cal, solo-betume, dentre outras.

### 3.1.2.3 PAVIMENTO RÍGIDO:

Segundo o Manual do DNIT, 2006, é aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. É constituído por camadas que trabalham essencialmente à tração.

### 3.1.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS PAVIMENTOS RÍGIDOS E FLEXÍVEIS:

A principal diferença é a distribuição de tensões nas camadas subjacentes. O pavimento flexível funciona como camada de rolamento, e quem absorve os esforços devido ao tráfego é a fundação. Já no pavimento rígido a camada de rolamento também funciona como estrutura, redistribuindo os esforços e diminuindo a tensão imposta à fundação. Na tabela 5 são apresentados sucintamente diversos fatores comparativos entre os dois pavimentos.

PAVIMENTOS RÍGIDOS	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS
Estruturas mais delgadas de pavimento	Estruturas mais espessas e camadas múltiplas
Resiste a ataques químicos	É fortemente afetado por produtos químicos
Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções.	Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, com prejuízos ao tráfego e custos elevados.
Falta de aderência das demarcações viárias, devido ao baixo índice de porosidade.	Melhor aderência das demarcações viárias, devido a textura rugosa e alta temperatura de aplicação (30 vezes mais durável).
Coloração clara, tem melhor difusão de luz	Coloração escura, baixa reflexão de luz.
Melhores características de drenagem superficial: escoamento melhor a água superficial	Absorve a umidade com rapidez e, por sua textura superficial, retém a água, o que requer maiores caimentos.
Vida útil mínima de 20 anos.	Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção)

Tabela 5: Comparação entre os pavimentos rígidos e flexíveis

## 3.2 – BASES E SUB-BASES

### 3.2.1 - FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDAS

Segundo o Manual de Pavimentação (DNIT), pode-se dividir as bases e sub-bases como demonstrado na tabela 6.

Base e Sub-base Flexíveis e Semi-rígidas	Granulares	Estabilização granulométrica	Solo Brita Brita Graduada Brita corrida
		Macadame Hidráulico	
	Estabilizados (com aditivos)	Com cimento	Solo-cimento Solo melhorado com cimento
		Com Cal	Solo-cal Solo melhorado com cal
Com Betume	Solo-betume Bases betuminosas diversas		

Tabela 6: Tipos de Sub-base de pavimento rígido.

#### 3.2.1.1- ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA

“São as camadas constituídas por solos, britas de rochas, de escória de alto forno, ou ainda, pela mistura desses materiais. Estas camadas, puramente granulares, são sempre flexíveis e são estabilizadas granulometricamente pela compactação de um material ou de mistura de materiais que apresentem uma granulometria apropriada e índices geotécnicos específicos, fixados em especificações.” (Manual de Pavimentação – DNIT).

#### 3.2.1.2- MACADAMES HIDRÁULICO E SECO

“Consiste de uma camada de brita de graduação aberta de tipo especial (ou brita tipo macadame), que, após compressão, tem os vazios preenchidos pelo material de enchimento, constituído por finos de britagem (pó de pedra) ou mesmo por solos de granulometria e plasticidade apropriadas; a penetração do material de

enchimento é promovida pelo espalhamento na superfície, seguido de varredura, compressão (sem ou com vibração) e irrigação, no caso de macadame hidráulico. O macadame seco ou macadame a seco, ao dispensar a irrigação, além de simplificar o processo de construção evita o encharcamento, sempre indesejável, do subleito.” (Manual de Pavimentação – DNIT).

### 3.2.1.3- SUB-BASES ESTABILIZADAS (COM ADITIVOS):

Estas camadas têm, quase todas, processos tecnológicos e construtivos semelhantes às granulares por estabilização granulométrica, diferente apenas em alguns detalhes.

#### 3.2.1.3.1- ESTABILIZADOS COM CIMENTO:

O solo-cimento é uma mistura devidamente compactada de solo, cimento Portland e água e deve satisfazer a certos requisitos de densidade, durabilidade e resistência, dando como resultado um material duro, cimentado, de acentuada rigidez à flexão. Já o solo melhorado com cimento é obtido mediante a adição de pequenos teores de cimento (2% a 4%), visando primordialmente à modificação do solo no que se refere à sua plasticidade e sensibilidade à água, sem cimentação acentuada, são consideradas flexíveis (Manual de Pavimentação – DNIT).

#### 3.2.1.3.2- ESTABILIZADOS COM CAL:

O solo-cal é uma mistura de solo, cal e água e, às vezes, cinza volante, uma pozolona artificial. O teor de cal mais frequente é de 5% a 6%, Quando, pelo teor de cal usado, pela natureza do solo ou pelo uso da cinza volante, predominam a carbonatação ou a polinização, tem-se as misturas solo-cal, consideradas semirrígidas. Já o solo melhorado com cal é considerado flexível (Manual de Pavimentação – DNIT).

### 3.2.1.3.3- ESTABILIZADOS COM BETUME:

O Solo-betume é uma mistura de solo, água e material betuminoso. Trata-se de uma mistura considerada flexível. (Manual de Pavimentação – DNIT)

### 3.2.2 - RÍGIDAS

Estas camadas são, caracteristicamente, as de concreto de cimento. Esses tipos de bases e sub-bases têm acentuada resistência à tração, fator determinante no seu dimensionamento. Podem ser distinguidos dois tipos de concreto:

- concreto plástico - próprio para serem adensados por vibração manual ou mecânica;
- concreto magro - semelhante ao usado em fundações, no que diz respeito ao pequeno consumo de cimento, mas com consistência apropriada à compactação com equipamentos rodoviários.

## 3.3 DIMENSIONAMENTO E MÉTODOS

O dimensionamento do pavimento consiste na determinação das espessuras das camadas finitas para que resistam, transmitam e distribuam as pressões e cargas dos veículos para o subleito sem que o conjunto sofra ruptura, deformações ou desgaste. Além disso, o dimensionamento deve oferecer conforto, segurança e economia ao usuário, durante um determinado período de tempo.

Os métodos utilizados para o cálculo do dimensionamento são dados por normas disponibilizadas no DNIT: O Manual de Pavimentos Rígidos. 2ed. – Rio de Janeiro, 2005 e o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do engenheiro Murillo Lopes de Souza, 1981.

Para o caso deste trabalho, foi feito apenas o dimensionamento para pavimento rígido, pois a faixa segregada dos veículos particulares torna o corredor exclusivo sujeito a uma enorme carga destrutiva, originada do peso dos veículos (ônibus articulados), e do grande volume de viagens. Essas condições destrutivas

tornam mais adequada a escolha do pavimento de concreto, pois ele deve ter custo competitivo, longa vida útil e necessidade mínima de manutenção.

Para o cálculo do Pavimento de concreto simples existem dois métodos possíveis. Ambos foram desenvolvidos pelo PCA (Portland Cement Association). Há uma versão de 1966 que leva em conta o fator de erosão e uma mais recente, de 1984, que leva em conta o fator de fadiga.

“O método da Portland Cement Association – PCA – versão 1984, introduz os progressos e conhecimentos obtidos nos últimos dois decênios nas áreas de cálculo de tensões, projeto geométrico, construção e gerência desse tipo de pavimento, acrescentando novos enfoques e modificando profundamente o método.” (Manual de Pavimentos rígidos, DNIT).

O método introduz um modelo de ruína por erosão da fundação do pavimento usando-o concomitantemente com o modelo modificado de fadiga.

Ele se aplica tanto a pavimentos com barras de transferência como aqueles com armadura distribuída sem função estrutural. Ele leva em conta, também, o tipo e grau de transferência de carga nas juntas transversais, os efeitos do acostamento, a contribuição dos diversos tipos de sub-base e a ação dos eixos tandem triplo.

É possível combinar os diversos fatores ditos para que se tome a melhor decisão, em termos de economia.

O método de 1984 se baseia no critério da fadiga. Nele acontece o seguinte: “as tensões de tração por flexão considerada no cálculo, são as produzidas pela carga tangente à borda longitudinal; a curva de fadiga alcança valores abaixo da relação de tensões limite de 0,50, o que elimina a descontinuidade nesse ponto e afasta a possibilidade de acontecer casos irrealis de dimensionamento quanto ao número admissível de solicitações. A lei de Miner, utilizada no método, diz que a parcela de resistência à fadiga não consumida por uma certa classe de carga fica disponível para uso por outras cargas, sendo que o dano total é a soma final dos consumos individuais da resistência à fadiga.” (Manual de pavimentos rígidos – DNIT). A curva de fadiga (figura 5) está implícita nos ábacos de dimensionamento e o consumo total admissível de fadiga é de 100%.

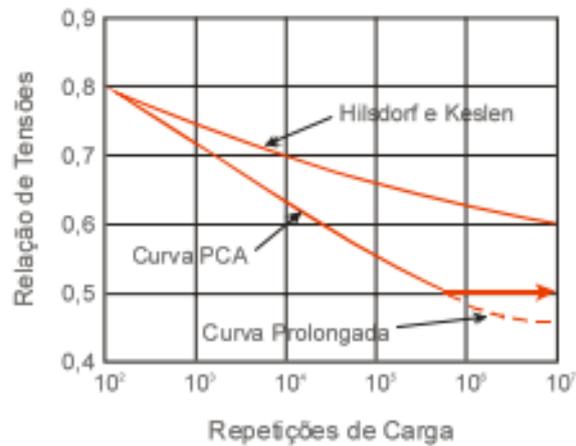


Figura 5: Curvas de fadiga

Já o método de 1966 utiliza o critério da erosão. Erosão é a perda de material da camada de suporte direto da placa de concreto, por ação combinada da água e da passagem de cargas (principalmente dos eixos múltiplos), dando-se o fato também nas laterais do pavimento. Os efeitos da erosão manifestam-se sob a forma de deformações verticais críticas nos cantos e nas bordas longitudinais das placas. O método é intimamente ligado às condições climáticas regionais e à eficiência da drenagem. O limite recomendado para o dano total por erosão é de 100%.

#### 4- METODOLOGIA

Para o dimensionamento, foram feitas as seguintes etapas:

a) Período de Projeto

O período recomendado, e adotado nesse trabalho, pelo método da PCA é de 20 anos.

b) Estudo de Tráfego

O volume de tráfego formado pela Avenida Conde da Boa Vista é formado basicamente por ônibus. Em 2007, foi feito um estudo, e os resultados apresentados na tabela 8, onde foi admitida uma taxa de crescimento de 1,5% ao ano. Também foi adotada essa taxa para esse projeto.

Para o cálculo do tráfego total diário de BRT, o período de operação diária foi considerado das 05h às 23h. Para o período de pico (07 as 09h e 17 as 19h) foi considerada a frequência de 1 ônibus a cada 3 minutos, ou seja, 20 ônibus/hora e 80ônibus no total. Para o restante do período de operação diária foi considerada a frequência de 1 ônibus a cada 5 minutos, ou seja, 12 ônibus/h e 168 ônibus no total. Os valores e resultados foram apresentados resumidamente na tabela 7 e o tráfego presumido para o período de projeto na tabela 9.

Período	Frequência (ônibus/hora)	Subtotal (ônibus)	Total (ônibus)
Período de Pico (4 horas)	20	80	275
Restante da operação diária (14 horas)	12	168	
-	+ 10% (por segurança):		

Tabela 7: Tráfego diário total de BRT adotado

ANO	ÔNIBUS
2008	4872
2009	4945
2010	5019
2011	5095
2012	5171
2013	5249
2014	5327
2015	5407
2016	5488
2017	5571
2018	5654
2019	5739
2020	5825
2021	5912
2022	6001
2023	6091
2024	6182
2025	6275
2026	6369
2027	6465
VMDm =	5632,85

Tabela 8 – Projeção de tráfego  
2008 a 2027

ANO	BRT
2014	275
2015	279
2016	283
2017	288
2018	292
2019	296
2020	301
2021	305
2022	310
2023	314
2024	319
2025	324
2026	329
2027	334
2028	339
2029	344
2030	349
2031	354
2032	360
2033	365
VMDm =	318

Tabela 9 – Projeção de tráfego  
2014 a 2033

c) Veículo de projeto

O veículo de projeto de BRT adotado foi o O-500 UDA da Mercedes-Benz. Todas as características do veículo são apresentadas em anexo. Em resumo, a configuração do veículo é dada a seguir:

- Eixo 1: Eixo Simples de Roda Simples com 7,1 t
- Eixo 2: Eixo Simples de Roda Dupla com 11,5 t
- Eixos 3 e 4: Eixo Tandem Duplo de Roda Simples e Dupla com 18,4 t.

## d) Frequência Absoluta

Foi calculado o número de solicitações total através da Equação 1 abaixo.

$$N^{\circ} \text{ de Solicitações} = 365 \times T \times VMDm \times FE$$

Equação 1 – N° de solicitações

O período de projeto T é de 20 anos, o VMDm é 318 e o Fator de eixo é 3, assim, temos um total de 6.964.200 solicitações. Para o cálculo da Frequência Absoluta foram considerados os eixos do veículo adotado e são apresentados na tabela 10 abaixo.

Carga por eixo (tf)	Frequência Absoluta
11,5	696.311,00
8,6	696.311,00
7,1	696.311,00
5,8	696.311,00
5,3	928.414,00
3,6	928.414,00
18,4	2.320.803,00

Tabela 10: Frequência Absoluta

## e) Característica do Subleito:

Segundo Pina (2007), as sondagens do subleito disponibilizadas ao projetista indicam que o terreno de fundação do pavimento é constituído predominantemente por areia fina (29% a 45% entre as peneiras nº 40 e nº 200) e areia grossa (19% a 40%), com CBR entre 20% e 33% (com a energia de compactação do ensaio AASHTO normal). A densidade “in situ” está compreendida entre 1.750 e 1.929 g/dm<sup>3</sup>, acarretando um Grau de Compactação entre 97% e 102%.”

O CBR considerado para o projeto foi 20%, assim, o coeficiente de recalque é de 63Mpa/m, como pode ser visto na Tabela 11.

Índice de suporte Califórnia, CBR (%)	Coeficiente de recalque, $k$ (MPa/m)	Índice de suporte Califórnia, CBR (%)	Coeficiente de recalque, $k$ (MPa/m)
2	16	12	53
3	24	13	54
4	30	14	56
5	34	15	57
6	38	16	59
7	41	17	60
8	44	18	61
9	47	19	62
10	49	20	63
11	51		

(\*) Aplicável somente a camada com suficiente espessura para ser considerada subleito (semi-infinita).

Tabela 11: Coeficiente de recalque K.

f) Sub-base e Coeficiente de recalque no topo do sistema ( $K_{sis}$ )

Foram dimensionadas três sub-bases diferentes para efeito de comparação: Sub-base de Concreto Rolado, Sub-base de Solo Melhorado com Cimento e Sub-base de Solo-cimento. Foi considerada a espessura de 10 cm para cada. Assim, o coeficiente de recalque no topo de sistema para cada caso é mostra nas tabelas 12, 13 E 14. O resumo é apresentado abaixo na Tabela 15.

Valor de suporte do subleito		Coeficiente de recalque no topo do sistema (MPa/m), para espessuras de sub-base iguais a		
CBR (%)	$k$ (MPa/m)	10 cm	15 cm	* 20 cm
20	63	144	192	258

Tabela 12 – K da Sub-base de Solo-cimento

Valor de suporte do subleito		Coeficiente de recalque no topo do sistema (MPa/m), para espessuras de sub-base iguais a		
CBR (%)	$k$ (MPa/m)	10 cm	15 cm	20 cm
20	63	109	141	180

Tabela 13 – K da Sub-base de Solo Melhorado com Cimento

Valor de suporte do subleito		Coeficiente de recalque no topo do sistema (MPa/m), para espessuras de sub-base iguais a		
CBR (%)	k (MPa/m)	10 cm	12,5 cm	15 cm
20	63	172	194	233

Tabela 14 – K da Sub-base de Concreto Rolado

SUB-BASE	ESPESSURA DA SUB-BASE	TABELA	K <sub>SIST</sub>
CONCRETO ROLADO	10 cm	14	172
SOLO MELHORADO COM CIMENTO	10 cm	13	109
SOLO-CIMENTO	10 cm	12	144

Tabela 15 – Resumo do Coeficiente de Recalque para as três sub-bases

## g) Barras de Transferência

O pavimento foi calculado com e sem barras de transferência para efeito de comparação.

## h) Resistência Característica do Concreto à tração na flexão

Foi adotada a resistência característica do concreto à tração na flexão, medida aos 28 dias, de  $F_{ctM,k} = 4,5$  Mpa.

## i) Fator de Segurança FSC

Foi adotado o Fator de Segurança  $FSC=1,2$ , ou seja, foi escolhido o pior cenário possível, o de carga pesada, já que o BRT é um ônibus articulado, com tandem duplo, bastante pesado.

## j) Acostamento de concreto

Não há presença de acostamento na via.

## k) Critério da Fadiga

Para calcular pelo critério da Fadiga, foi preciso achar a tensão admissível para cada tipo de solo. A tensão admissível é um termo em função do  $K_{sis}$  para cada tipo de sub-base e a espessura da placa. As soluções encontram-se na Tabela 16.

Achando a tensão admissível, calculamos o Fator de Fadiga que é demonstrado na Equação 2.

$$\text{Fator de Fadiga} = \frac{\text{Tensão Admissível}}{F_{ctM, k}}$$

Equação 2 – Fator de Fadiga

Tensão Equivalente e Fator de Fadiga - Sem acostamento de concreto (Eixo simples/Eixo tandem duplo)									
SBRCR	KSIST	140	172	180	Espessura da Placa			Fator de Fadiga:	
	ES	1,43	1,38	1,37	20	cm	ES	0,31	
	ETD	1,17	1,12	1,11			ETD	0,25	
	ES	1,34	1,29	1,28	21	cm	ES	0,29	
	ETD	1,10	1,05	1,04			ETD	0,23	
SBSC	KSIST	80	109	140	Espessura da Placa			Fator de Fadiga:	
	ES	1,39	1,33	1,26	22	cm	ES	0,29	
	ETD	1,18	1,11	1,03			ETD	0,25	
	ES	1,48	1,41	1,34	21	cm	ES	0,31	
	ETD	1,25	1,18	1,10			ETD	0,26	
SBSMC	KSIST	140	144	180	Espessura da Placa			Fator de Fadiga:	
	ES	1,34	1,33	1,28	21	cm	ES	0,30	
	ETD	1,10	1,09	1,04			ETD	0,24	
	ES	1,43	1,42	1,37	20	cm	ES	0,32	
	ETD	1,17	1,16	1,11			ETD	0,26	

Tabela 16 – Fator de Fadiga

Com o fator de fadiga calculado, entramos nos ábacos dados pela norma para achar o número admissível de repetições de carga (Figura 6) e compará-lo com a frequência absoluta (número previsto de repetições de carga). Para que a espessura calculada seja aceitável, a soma da relação dada na Equação 3 deve ser menor ou igual a 100%.

$$\sum \frac{N^{\circ} \text{ Previsto de repetições de carga}}{N^{\circ} \text{ Admissível de repetições de carga}} \leq 100\%$$

Equação 3

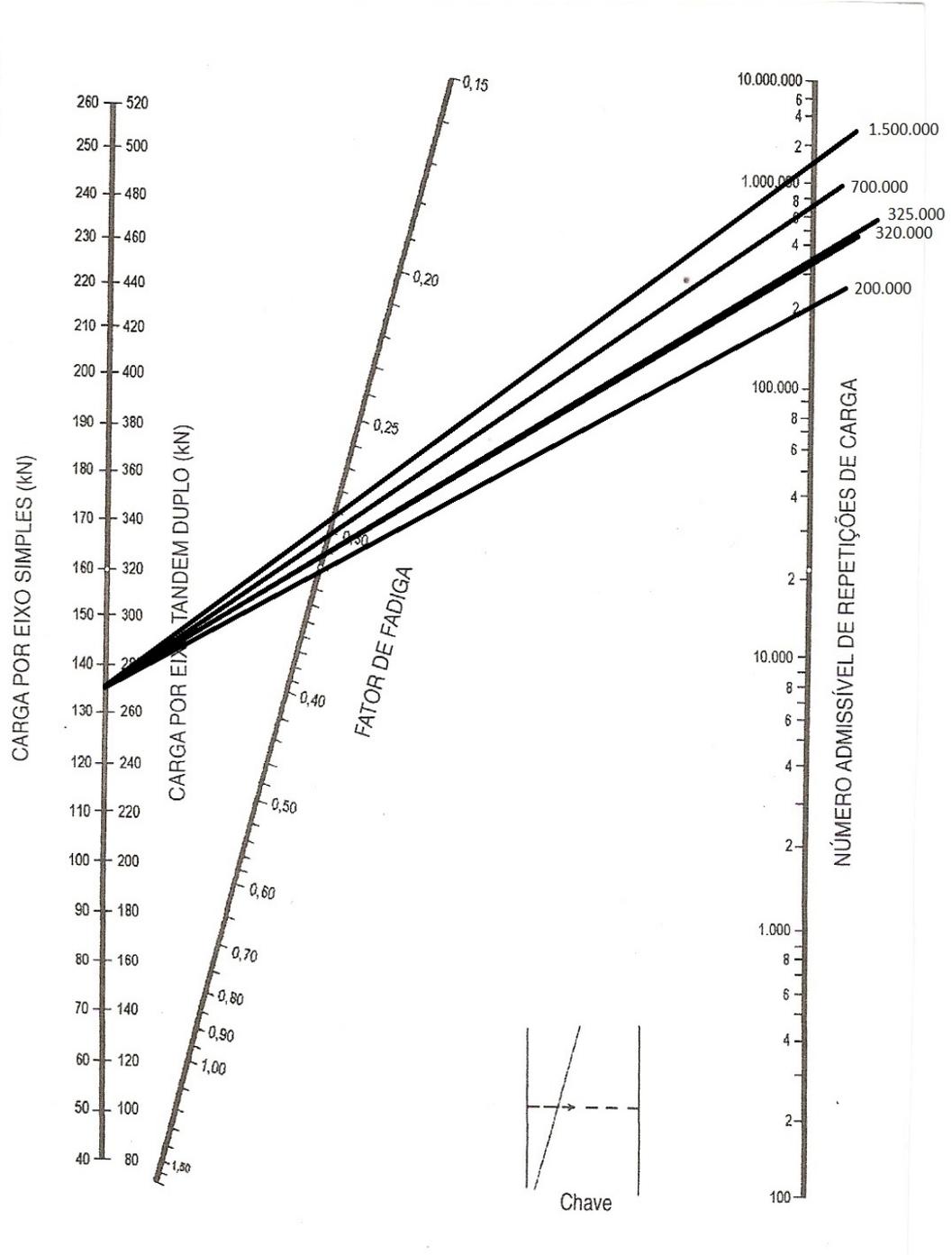


Figura 6 – Análise de Fadiga: número admissível de repetições de carga em função do Fator de Fadiga

I) Critério da Erosão

Para calcular pelo critério da Erosão, foi preciso achar o fator de erosão para cada tipo de solo, com e sem barra de transferência. Ele é dado em função do  $K_{SIS}$  para cada tipo de sub-base, a espessura da placa e a presença ou não de barras de transferência (mostrado na tabela em anexo). As soluções encontram-se nas Tabelas 17 e 18.

Fator de Erosão com <u>Barras de Transferência</u> nas Juntas Transversais, sem acostamento de concreto						
SBRCR	$K_{SIST}$	140	172	180	Espessura da Placa	
	ES	2,79	2,78	2,78	20	cm
	ETD	2,87	2,85	2,85		
	ES	2,73	2,72	2,72	21	cm
	ETD	2,81	2,79	2,79		
SBSMC	$K_{SIST}$	80	109	140	Espessura da Placa	
	ES	2,75	2,74	2,73	21	cm
	ETD	2,86	2,84	2,81		
	ES	2,69	2,68	2,67	22	cm
	ETD	2,80	2,78	2,76		
SBSC	$K_{SIST}$	140	144	180	Espessura da Placa	
	ES	2,79	2,79	2,78	20	cm
	ETD	2,87	2,87	2,85		
	ES	2,73	2,73	2,72	21	cm
	ETD	2,81	2,81	2,79		

Tabela 17 – Fator de Erosão com Barras de Transferência

<b>Fator de Erosão sem Barras de transferência, Entrosagem de Agregados e sem acostamento de concreto</b>						
SBCR	KsIST	140	172	180	Espessura da Placa	
	ES	2,75	2,74	2,74	24	cm
	ETD	2,86	2,84	2,83		
	ES	2,70	2,69	2,69	25	cm
	ETD	2,82	2,80	2,79		
SBSMC	KsIST	140	144	180	Espessura da Placa	
	ES	2,75	2,75	2,74	24	cm
	ETD	2,86	2,86	2,83		
	ES	2,70	2,70	2,69	25	cm
	ETD	2,82	2,82	2,79		
SBSC	KsIST	80	109	140	Espessura da Placa	
	ES	2,73	2,72	2,70	25	cm
	ETD	2,91	2,87	2,82		
	ES	2,69	2,67	2,65	26	cm
	ETD	2,87	2,83	2,79		

Tabela 18 – Fator de Erosão sem Barras de Transferência

Com o fator de erosão calculado, entramos nos ábacos dados pela norma para achar o número admissível de repetições de carga (Figuras 7, 8 e 9) e compará-lo com a frequência absoluta (número previsto de repetições de carga). Para que a espessura calculada seja aceitável, a soma da relação dada na Equação 3 deve ser menor ou igual a 100%.

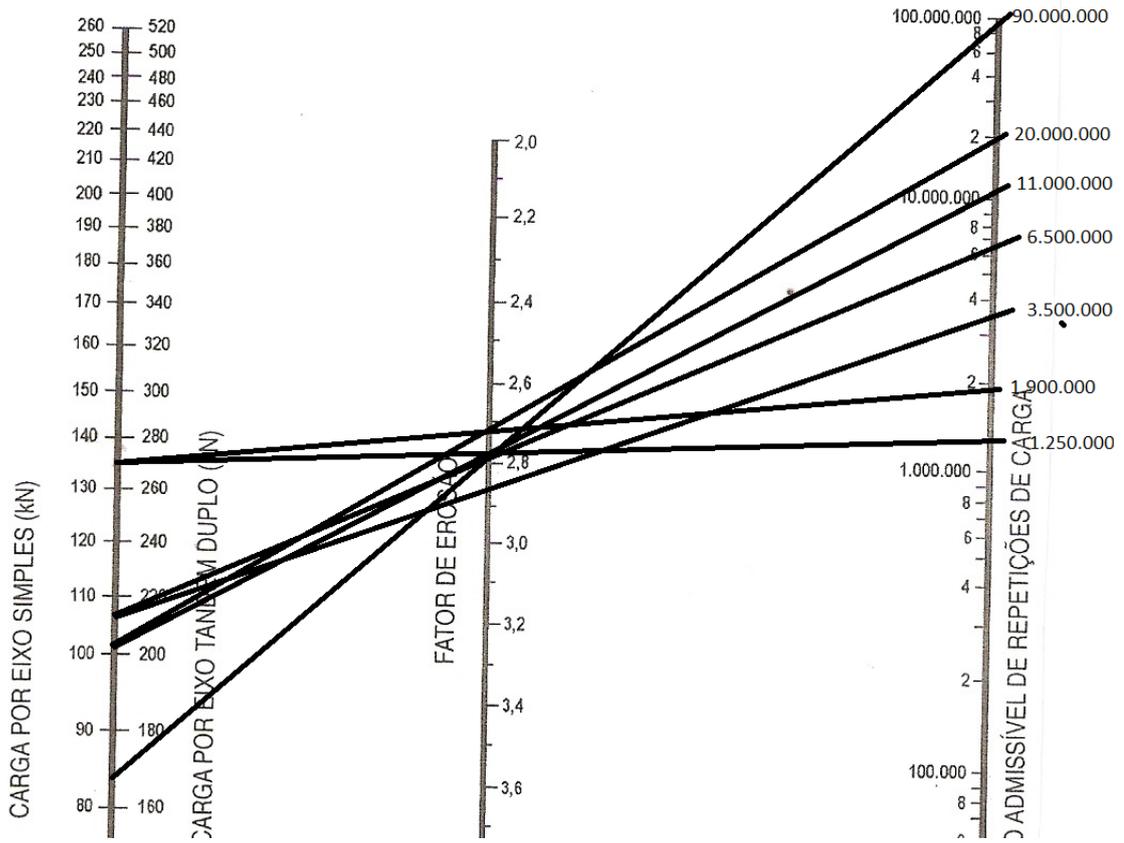


Figura 7 – Análise de Erosão para Sub-base de Concreto Rolado: número admissível de repetições de carga em função do Fator de Erosão

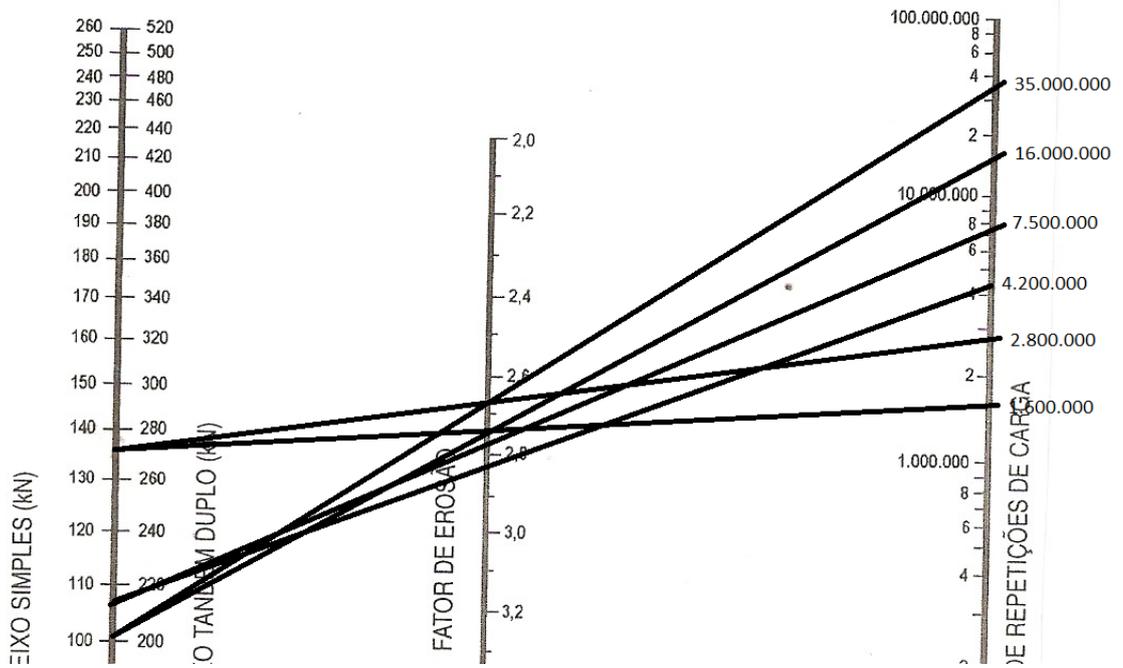


Figura 8 – Análise de Erosão para Sub-base de Solo Melhorado com Cimento: número admissível de repetições de carga em função do Fator de Erosão

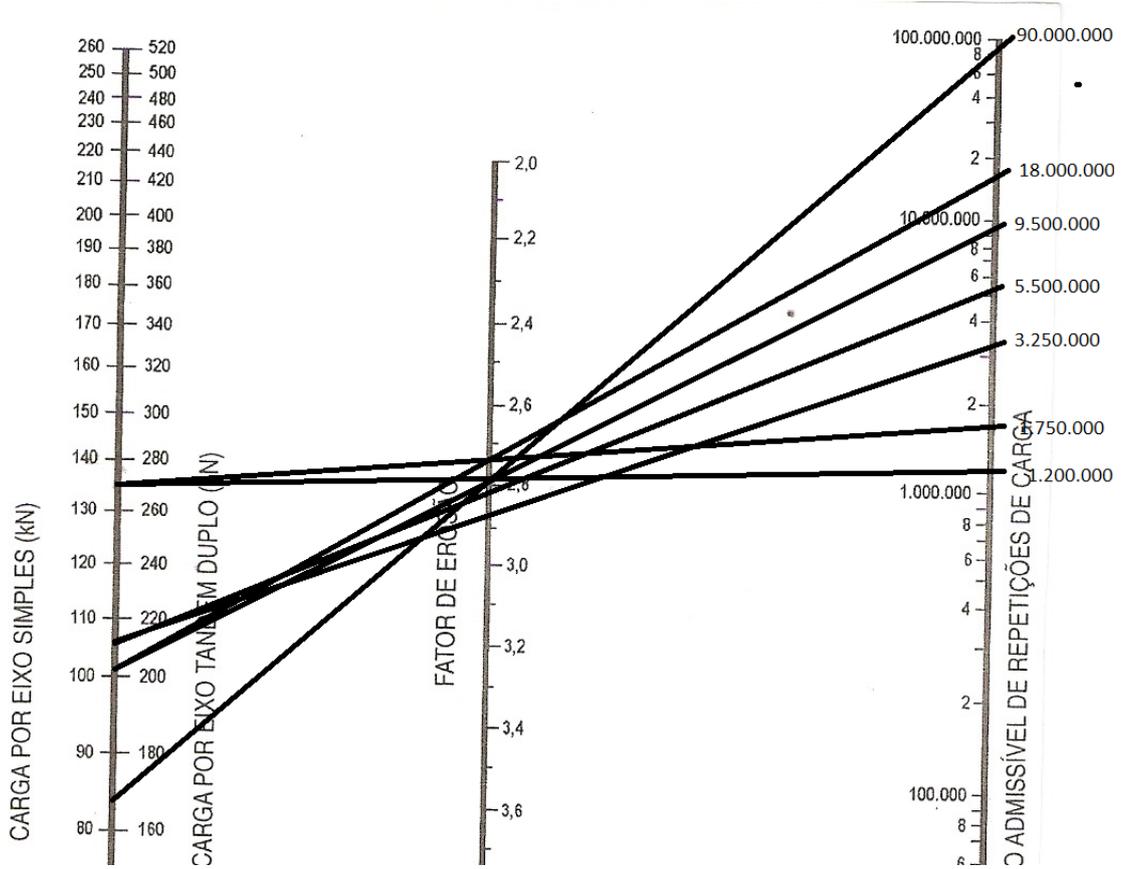


Figura 9 – Análise de Erosão para Sub-base de Solo-Cimento: número admissível de repetições de carga em função do Fator de Erosão

## 5- RESULTADOS

Seguem abaixo as tabelas referentes aos resultados do novo dimensionamento da Avenida Conde da Boa Vista.

**SUB-BASE DE CONCRETO ROLADO, COM 10 CM  
COM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA**

Espessura da placa = 20 cm		Espessura da placa = 21 cm						
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)
Simplex	11,5	13,8	135,24	1.250.000	2,78	696.311,00	55,70488	129,12
	8,6	10,32	101,136	11.000.000	2,78	696.311,00	6,3301	
	7,1	8,52	83,496	90.000.000	2,78	696.311,00	0,773678889	
	5,8	6,96	68,208	ilimitado	2,78	696.311,00	-	
	5,3	6,36	62,328	ilimitado	2,78	928.182,00	-	
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	ilimitado	2,78	928.414,00	-	129,12
	18,4	22,08	216,384	3.500.000	2,85	2.320.803,00	66,30865714	
Espessura da placa = 20 cm		Espessura da placa = 21 cm						
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)
Simplex	11,5	13,8	135,24	1.900.000	2,72	696.311,00	36,64794737	75,83
	8,6	10,32	101,136	20.000.000	2,72	696.311,00	3,481555	
	7,1	8,52	83,496	ilimitado	2,72	696.311,00	-	
	5,8	6,96	68,208	ilimitado	2,72	696.311,00	-	
	5,3	6,36	62,328	ilimitado	2,72	928.182,00	-	
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	ilimitado	2,72	928.414,00	-	75,83
	18,4	22,08	216,384	6.500.000	2,79	2.320.803,00	35,70466154	

**SUB-BASE DE CONCRETO ROLADO, COM 10 CM**

**SEM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA**

Eixo		Espessura da placa = 25 cm		Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)
Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)								
Simplex	11,5	13,8	135,24	2.500.000	2,69	696.311,00	27,85244	70,70	
	8,6	10,32	101,136	28.000.000	2,69	696.311,00	2,486825		
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	2,69	696.311,00	-		
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	2,69	696.311,00	-		
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	2,69	928.182,00	-		
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	Ilimitado	2,69	928.414,00	-	40,3617913	
	18,4	22,08	216,384	5.750.000	2,80	2.320.803,00	40,3617913		
Eixo		Espessura da placa = 24 cm		Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)
Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)								
Simplex	11,5	13,8	135,24	1.600.000	2,74	696.311,00	43,5194375	103,13	
	8,6	10,32	101,136	16.000.000	2,74	696.311,00	4,35194375		
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	2,74	696.311,00	-		
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	2,74	696.311,00	-		
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	2,74	928.182,00	-		
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	Ilimitado	2,74	928.414,00	-	55,25721429	
	18,4	22,08	216,384	4.200.000	2,84	2.320.803,00	55,25721429		

C R I T É R I O D A E R O S ã O

**SUB-BASE DE CONCRETO ROLADO, COM 10 CM**

Espessura da placa = 21 cm

Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Fadiga	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por fadiga (%)	Soma (%)
Simples	11,5	13,8	135,24	1.500.000	0,29	696.311,00	46,42073333	46,42
	8,6	10,32	101,136	Ilimitado	0,29	696.311,00	-	
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	0,29	696.311,00	-	
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	0,29	696.311,00	-	
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	0,29	928.182,00	-	
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	Ilimitado	0,29	928.414,00	-	-
Tandem Duplo	18,4	22,08	216,384	Ilimitado	0,23	2.320.803,00	-	-

Espessura da placa = 20 cm

Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Fadiga	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por fadiga (%)	Soma (%)
Simples	11,5	13,8	135,24	320.000	0,31	696.311,00	217,5971875	217,60
	8,6	10,32	101,136	Ilimitado	0,31	696.311,00	-	
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	0,31	696.311,00	-	
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	0,31	696.311,00	-	
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	0,31	928.182,00	-	
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	Ilimitado	0,31	928.414,00	-	-
Tandem Duplo	18,4	22,08	216,384	Ilimitado	0,25	2.320.803,00	-	-

C R I T É R I O D A F A D I G A

**SUB-BASE DE SOLO MELHORADO COM CIMENTO, COM 10CM  
COM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA**

Espessura da placa = 22 cm		Espessura da placa = 21 cm						
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)
Simplex	11,5	13,8	135,24	2.800.000	2,68	696.311,00	24,86825	57,80
	8,6	10,32	101,136	35.000.000	2,68	696.311,00	1,98946	
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	2,68	696.311,00	-	
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	2,68	696.311,00	-	
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	2,68	928.182,00	-	
Tandem Duplo	18,4	4,32	42,336	Ilimitado	2,68	928.414,00	-	
		22,08	216,384	7.500.000	2,78	2.320.803,00	30,94404	
Espessura da placa = 21 cm		Espessura da placa = 21 cm						
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)
Simplex	11,5	13,8	135,24	1.600.000	2,74	696.311,00	43,5194375	103,13
	8,6	10,32	101,136	16.000.000	2,74	696.311,00	4,35194375	
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	2,74	696.311,00	-	
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	2,74	696.311,00	-	
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	2,74	928.182,00	-	
Tandem Duplo	18,4	4,32	42,336	Ilimitado	2,74	928.414,00	-	
		22,08	216,384	4.200.000	2,84	2.320.803,00	55,25721429	

C R I T É R I O D A E R O S Ã O

SUB-BASE DE SOLO MELHORADO COM CIMENTO, COM 10 CM									
SEM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA									
Espessura da placa = 24 cm									
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)	
Simplex	11,5	13,8	135,24	1.500.000	2,75	696.311,00	46,42073333	108,79	
	8,6	10,32	101,136	16.000.000	2,75	696.311,00	4,35194375		
	7,1	8,52	83,496	ilimitado	2,75	696.311,00	-		
	5,8	6,96	68,208	ilimitado	2,75	696.311,00	-		
	5,3	6,36	62,328	ilimitado	2,75	928.182,00	-		
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	ilimitado	2,75	928.414,00	-		
	18,4	22,08	216,384	4.000.000	2,86	2.320.803,00	58,020075		
Espessura da placa = 25 cm									
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)	
Simplex	11,5	13,8	135,24	2.250.000	2,70	696.311,00	30,94715556	77,94	
	8,6	10,32	101,136	25.000.000	2,70	696.311,00	2,785244		
	7,1	8,52	83,496	ilimitado	2,70	696.311,00	-		
	5,8	6,96	68,208	ilimitado	2,70	696.311,00	-		
	5,3	6,36	62,328	ilimitado	2,70	928.182,00	-		
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	ilimitado	2,70	928.414,00	-		
	18,4	22,08	216,384	5.250.000	2,82	2.320.803,00	44,20577143		

C

R

I

T

É

R

I

O

D

A

E

R

O

S

Ã

O

**SUB-BASE DE SOLO MELHORADO COM CIMENTO, COM 10 CM**

Espessura da placa = 21 cm		Espessura da placa = 20 cm						
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Fadiga	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por fadiga (%)	Soma (%)
Simples	11,5	13,8	135,24	700.000	0,30	696.311,00	99,473	99,47
	8,6	10,32	101,136	ilimitado	0,30	696.311,00	-	
	7,1	8,52	83,496	ilimitado	0,30	696.311,00	-	
	5,8	6,96	68,208	ilimitado	0,30	696.311,00	-	
	5,3	6,36	62,328	ilimitado	0,30	928.182,00	-	
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	ilimitado	0,30	928.414,00	-	-
	18,4	22,08	216,384	ilimitado	0,24	2.320.803,00	-	-
Espessura da placa = 20 cm		Espessura da placa = 20 cm						
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Fadiga	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por fadiga (%)	Soma (%)
Simples	11,5	13,8	135,24	200.000	0,32	696.311,00	348,1555	348,16
	8,6	10,32	101,136	ilimitado	0,32	696.311,00	-	
	7,1	8,52	83,496	ilimitado	0,32	696.311,00	-	
	5,8	6,96	68,208	ilimitado	0,32	696.311,00	-	
	5,3	6,36	62,328	ilimitado	0,32	928.182,00	-	
Tandem Duplo	3,6	4,32	42,336	ilimitado	0,32	928.414,00	-	-
	18,4	22,08	216,384	ilimitado	0,26	2.320.803,00	-	-

<b>SUB-BASE DE SOLO-CIMENTO, COM 10 CM</b>									
<b>COM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA</b>									
Espessura da placa = 21 cm									
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)	
Simplex	11,5	13,8	135,24	1.750.000	2,73	696.311,00	39,7892	85,85	
	8,6	10,32	101,136	18.000.000	2,73	696.311,00	3,868394444		
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	2,73	696.311,00	-		
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	2,73	696.311,00	-		
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	2,73	928.182,00	-		
Tandem Duplo	18,4	22,08	216,384	5.500.000	2,81	2.320.803,00	42,19641818		
Espessura da placa = 20 cm									
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)	
Simplex	11,5	13,8	135,24	1.200.000	2,79	696.311,00	58,02591667	137,54	
	8,6	10,32	101,136	9.500.000	2,79	696.311,00	7,329589474		
	7,1	8,52	83,496	90.000.000	2,79	696.311,00	0,773678889		
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	2,79	696.311,00	-		
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	2,79	928.182,00	-		
Tandem Duplo	18,4	22,08	216,384	3.250.000	2,87	2.320.803,00	71,40932308		

C R I T É R I O D A E R O S Ã O

**SUB-BASE DE SOLO-CIMENTO, COM 10 CM**

**SEM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA**

Espessura da placa = 25 cm		Espessura da placa = 26 cm							
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)	
Simplex	11,5	13,8	135,24	1.900.000	2,72	696.311,00	36,64794737	111,54	
	8,6	10,32	101,136	20.000.000	2,72	696.311,00	3,481555		
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	2,72	696.311,00	-		
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	2,72	696.311,00	-		
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	2,72	928.182,00	-		
Tandem Duplo	18,4	22,08	216,384	Ilimitado	2,72	928.414,00	-		
Tandem Duplo				3.250.000	2,87	2.320.803,00	71,40932308		
Espessura da placa = 26 cm		Espessura da placa = 26 cm							
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Erosão (Mpa)	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por erosão (%)	Soma (%)	
Simplex	11,5	13,8	135,24	3.000.000	2,67	696.311,00	23,21036667	73,95	
	8,6	10,32	101,136	37.000.000	2,67	696.311,00	1,881921622		
	7,1	8,52	83,496	Ilimitado	2,67	696.311,00	-		
	5,8	6,96	68,208	Ilimitado	2,67	696.311,00	-		
	5,3	6,36	62,328	Ilimitado	2,67	928.182,00	-		
Tandem Duplo	18,4	22,08	216,384	Ilimitado	2,67	928.414,00	-		
Tandem Duplo				4.750.000	2,83	2.320.803,00	48,85901053		

C R I T É R I O D A E R O S Ã O

<b>SUB-BASE DE SOLO-CIMENTO, COM 10 CM</b>										
Espessura da placa = 21 cm										
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Fadiga	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por fadiga (%)	Soma (%)		
Simples	11,5	13,8	135,24	325.000	0,31	696.311,00	214,2495385	214,25		
	8,6	10,32	101,136	ilimitado	0,31	696.311,00	-			
	7,1	8,52	83,496	ilimitado	0,31	696.311,00	-			
	5,8	6,96	68,208	ilimitado	0,31	928.182,00	-			
	5,3	6,36	62,328	ilimitado	0,31	928.414,00	-			
Tandem Duplo	18,4	22,08	216,384	ilimitado	0,26	2.320.803,00	-			
Espessura da placa = 22 cm										
Eixo	Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x FSC (tf)	Carga por eixo x FSC (KN)	Número Admissível de Repetições de Carga	Fator de Fadiga	Nº Previsto de repetições de carga	Danos por fadiga (%)	Soma (%)		
Simples	11,5	13,8	135,24	1.500.000	0,29	696.311,00	46,42073333	46,42		
	8,6	10,32	101,136	ilimitado	0,29	696.311,00	-			
	7,1	8,52	83,496	ilimitado	0,29	696.311,00	-			
	5,8	6,96	68,208	ilimitado	0,29	928.182,00	-			
	5,3	6,36	62,328	ilimitado	0,29	928.414,00	-			
Tandem Duplo	18,4	22,08	216,384	ilimitado	0,25	2.320.803,00	-			

C R I T É R I O D A F A D I G A

## 6- ANÁLISE DOS RESULTADOS

A tabela 19 abaixo apresenta o resumo das espessuras encontradas no dimensionamento da Avenida Conde da Boa Vista.

CRITÉRIO	BARRAS DE TRANSFERÊNCIA		ESPESSURA (cm)		
	SIM	NÃO	SBCR	SBSC	SBSMC
EROSÃO	X		21	21	22
		X	25	26	25
FADIGA	-	-	21	22	21

Tabela 19 – Resumo das espessuras do dimensionamento

É possível observar que o dimensionamento sem as barras de transferência aumenta bastante a espessura da placa de concreto. E isso se dá porque a barra de transferência tem a função de transferir cargas verticais de uma placa para outra contínua, evitando-se, assim, a aplicação brusca dos esforços verticais aplicados pelas rodas dos veículos. O PCA indica que o seu espaçamento seja como dado na tabela 20:

Espessura da Placa (cm)	Bitola $\phi$	Comprimento (mm)	Espaçamento (mm)
até 17,0	20	460	300
17,5 a 22,0	25	460	300
22,5 a 30,0	32	460	300
> 30,0	40	460	300

Tabela 20 – Características das Barras de Transferência

A condição atual do pavimento foi calculada pelo Professor Maurício Renato Pina (2007). A via compreende 23 cm de Placa de Concreto de Cimento Portland ( $F_{ctM,k}$ ) e 10 cm de Sub-base de Concreto Rolado.

É possível perceber que o pavimento atual encontra-se com uma espessura superior à calculada neste estudo, ou seja, atende às novas cargas atuantes do BRT.

Em outro estudo, feito por Esther Fragoso em 2014, o ICP (Índice de Condição do Pavimento) não deu 100% bom. O diagnóstico apresentado por Fragoso diz que “apesar da via apresentar-se em mal estado de conservação, seu conceito variou de ‘Razoável’ para ‘Excelente’, isso se deve ao fato de que os defeitos mais presentes na via em estudo foram defeitos de baixa dedução. (...) O defeito de selagem das juntas é um dos mais preocupantes tendo em vista as falhas na drenagem da via em estudo, pois nas épocas de chuva essas falhas poderão vir a acarretar outros defeitos, como o bombeamento, e posteriormente a quebra das placas”.

Com a concentração da circulação de ônibus nas faixas centrais, muitas das placas antigas (que há sete anos estavam em bom estado) deterioraram-se acentuadamente.

## 7- CONCLUSÃO

O BRT foi um grande avanço no sistema de transporte recifense. Apesar de todas as desvantagens com o aumento de carros e piora do trânsito, é possível perceber que a população está muito mais preocupada com a mobilidade urbana do que era há poucos anos atrás.

A implantação da ciclofaixa nos domingos e feriados em certas vias da cidade já é um grande avanço. É necessário que se faça uso de novas tecnologias e sistemas de transporte coletivos, pois já foi comprovado em vários outros países que essa é a única forma do trânsito fluir.

Apesar de possuir um pavimento com espessura adequada, como comprovado nesse projeto, a Avenida Conde da Boa Vista necessita substituir algumas de duas placas mais prejudicadas. Além disso, apesar do pavimento de concreto ser de excelente qualidade, ele necessita de um bom projeto de drenagem e manutenção adequada.

## 8- REFERÊNCIAS

- MOREIRA, Maurício Renato Pina. Pavimentação da Avenida Conde da Boa Vista, Recife - 2007 .
- PRESTRELO, Esther Fragoso de. Verificação das Condições do Pavimento da Avenida Conde da Boa Vista e seu Redimensionamento para as Novas Cargas Atuantes - Recife, 2014.
- Senço, Wlastermiler de, 1929 -Manual de técnicas de pavimentação : volume 1 Wlastermiler de Senço. -- 2. ed. ampl. — São Paulo : Pini, 2007
- SOUZA, Murillo Lopes de. Método de projeto de pavimentos flexíveis. 3 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, IPR., 1981 (IPR. Publ. 667).
- Brasil. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentos rígidos. 2. ed. - Rio de Janeiro, 2005.
- <http://www2.uol.com.br/JC/sites/boavista/materia01.html>  
Acessado em 07/08/2014 às 16:45h
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Avenida\\_Conde\\_da\\_Boa\\_Vista#cite\\_note-1](http://pt.wikipedia.org/wiki/Avenida_Conde_da_Boa_Vista#cite_note-1)  
Acessado em 07/08/2014 às 16:45h
- <http://www2.uol.com.br/JC/sites/boavista/materia02.html>  
Acessado em 07/08/2014 às 16:45h
- [http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=344&Itemid=180](http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=344&Itemid=180)  
Acessado em 07/08/2014 às 16:45h
- [http://www.arquiteturaesuda.xpg.com.br/\\_images/condeboavista.pdf](http://www.arquiteturaesuda.xpg.com.br/_images/condeboavista.pdf)  
Acessado em 07/08/2014 às 16:45h
- <http://jconlineblogs.ne10.uol.com.br/deolhonotransito/tag/avenida-conde-da-boa-vista/>  
Acessado em 07/08/2014 às 16:45h
- <http://www.brtbrasil.org.br>  
Acessado em 12/02/2014 às 20:00h
- [http://www.embarq.org/sites/default/files/Social,%20Environmental,%20and%20Economic%20Impacts%20of%20Bus%20Rapid%20Transit%20\(PDF\).pdf](http://www.embarq.org/sites/default/files/Social,%20Environmental,%20and%20Economic%20Impacts%20of%20Bus%20Rapid%20Transit%20(PDF).pdf)  
Acessado em 12/02/2014 às 20:00h
- <http://embarqbrasil.org/BRT>  
Acessado em 12/02/2014 às 20:00h

- <http://www.brtbrasil.org.br/index.php/brt/oquebrt#.Uu6mgfldUng>  
Acessado em 12/02/2014 às 20:00h

## 9- ANEXOS:


[GRANDE RECIFE](#) | [TRANSPORTE](#) | [SERVIÇOS](#) | [CAMPANHAS](#) | [IMPRENSA](#) | [OUVIDORIA](#)

## ITINERÁRIO | LOGRADOURO X LINHA

**Município:** 
**Logradouros:** Boa Vista, Avenida Conde da

### LINHAS

Código	Linha	Itinerário	Sentido	Tarifa
14	Brasília (Conde da Boa Vista)	Via Príncipe	C/S	R\$ 2,15
14	Brasília (Conde da Boa Vista)	Principal	C/S	R\$ 2,15
32	Setúbal (Conde da Boa Vista)	Principal	C/S	R\$ 2,15
42	Aeroporto (Opcional)	RIOMAR	S/C	R\$ 2,70
42	Aeroporto (Opcional)	Principal	C/S	R\$ 2,70
42	Aeroporto (Opcional)	RIOMAR	C/S	R\$ 2,70
44	Massangana (Boa Vista)	Principal	S/C	R\$ 2,15
61	Piedade	Principal	C/S	R\$ 2,15
69	Conjunto Catamarã	Principal	S/C	R\$ 2,15
71	Candeias	Principal	C/S	R\$ 3,35
71	Candeias	Via PCR	C/S	R\$ 3,35
72	Candeias (Opcional)	Principal	S/C	R\$ 4,10
73	Candeias (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 3,35
100	Circular (Conde da Boa Vista / Prefeitura)	Principal	S/C	R\$ 2,15
100	Circular (Conde da Boa Vista / Prefeitura)	Principal	C/S	R\$ 2,15
101	Circular (Conde da Boa Vista / Rua do Sol)	Principal	S/C	R\$ 2,15
101	Circular (Conde da Boa Vista / Rua do Sol)	Principal	C/S	R\$ 2,15
117	Circular (Prefeitura / Cabugá)	Aos domingos	C/S	R\$ 2,15
121	Vila da Sudene	Principal	C/S	R\$ 2,15
131	UR-02 (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
168	TI Tancredo Neves (Conde da Boa Vista)	Principal	C/S	R\$ 2,15
170	Muribeca dos Guararapes (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
243	Vila Dois Carneiros	Dantas Barreto	S/C	R\$ 2,15
243	Vila Dois Carneiros	Cais de Santa Rita	C/S	R\$ 2,15

- [Itinerários](#)
- [Linhas x Empresas](#)
- [Tarifas](#)
- [Logradouro x Linha](#)
- [Horários x Linha](#)
- [Linhas x Parada](#)
- [Parada x Linhas](#)
- [Parada x Logradouro](#)
- [Linhas x Ponto de Referência](#)
- [Nº Parada](#)

312	Mustardinha	Principal	S/C	R\$ 2,15
313	San Martin (Abdias de Carvalho)	Principal	S/C	R\$ 2,15
313	San Martin (Abdias de Carvalho)	Principal	C/S	R\$ 2,15
314	Mangueira	Principal	C/S	R\$ 2,15
315	Bongi	Principal	S/C	R\$ 2,15
315	Bongi	Principal	C/S	R\$ 2,15
321	Jardim São Paulo (Abdias de Carvalho)	Principal	S/C	R\$ 2,15
321	Jardim São Paulo (Abdias de Carvalho)	Principal	C/S	R\$ 2,15
322	Jardim São Paulo (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
322	Jardim São Paulo (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
324	Jardim São Paulo (Piracicaba)	Via Justica Federal	S/C	R\$ 2,15
324	Jardim São Paulo (Piracicaba)	Principal	S/C	R\$ 2,15
324	Jardim São Paulo (Piracicaba)	Principal	C/S	R\$ 2,15
324	Jardim São Paulo (Piracicaba)	Via Justica Federal	C/S	R\$ 2,15
331	Totó (Jardim Planalto)	Principal	S/C	R\$ 2,15
331	Totó (Jardim Planalto)	Via PCR	S/C	R\$ 2,15
331	Totó (Jardim Planalto)	Via PCR	C/S	R\$ 2,15
331	Totó (Jardim Planalto)	Principal	C/S	R\$ 2,15
332	Totó (Abdias de Carvalho)	Principal	S/C	R\$ 2,15
333	Totó (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
333	Totó (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
341	Curado I	Principal	S/C	R\$ 2,65
341	Curado I	Principal	C/S	R\$ 2,65
346	TI TIP (Conde da Boa Vista)	Principal	S/C	R\$ 2,15
346	TI TIP (Conde da Boa Vista)	Principal	C/S	R\$ 2,15
352	Curado II (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,65
352	Curado II (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,65
362	Curado IV (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,65
362	Curado IV (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,65
413	Avenida do Forte	Principal	S/C	R\$ 2,15
413	Avenida do Forte	Principal	C/S	R\$ 2,15
414	Torre	Via Beira Rio	S/C	R\$ 2,15
414	Torre	Principal	S/C	R\$ 2,15
414	Torre	Via PCR	S/C	R\$ 2,15
414	Torre	Principal	C/S	R\$ 2,15
414	Torre	Via Beira Rio	C/S	R\$ 2,15
414	Torre	Via PCR	C/S	R\$ 2,15
415	Sítio das Palmeiras	Principal	S/C	R\$ 2,15
415	Sítio das Palmeiras	Principal	C/S	R\$ 2,15

416	Roda de Fogo	Principal	S/C	R\$ 2,15
416	Roda de Fogo	Principal	C/S	R\$ 2,15
421	Torrões	Principal	S/C	R\$ 2,15
421	Torrões	Principal	C/S	R\$ 2,15
422	Monsenhor Fabrício	Principal	S/C	R\$ 2,15
422	Monsenhor Fabrício	Principal	C/S	R\$ 2,15
423	Engenho do Meio	Principal	S/C	R\$ 2,15
423	Engenho do Meio	Principal	C/S	R\$ 2,15
425	Barbalho (Detran)	Via Caxanga	C/S	R\$ 2,15
426	Torrões (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
426	Torrões (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
427	Monsenhor Fabrício (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
427	Monsenhor Fabrício (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
431	Universitária (TRT) Cidade	Principal	S/C	R\$ 2,15
431	Universitária (TRT) Cidade	Principal	C/S	R\$ 2,15
432	CDU (Várzea)	Via PCR	S/C	R\$ 2,15
432	CDU (Várzea)	Principal	S/C	R\$ 2,15
432	CDU (Várzea)	Principal	C/S	R\$ 2,15
432	CDU (Várzea)	Via PCR	C/S	R\$ 2,15
433	Brasilit	Retorna da Av Guararapes	S/C	R\$ 2,15
433	Brasilit	Via PCR	S/C	R\$ 2,15
433	Brasilit	Via PCR	C/S	R\$ 2,15
433	Brasilit	Retorna da Av Guararapes	C/S	R\$ 2,15
435	CDU (Várzea) (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
435	CDU (Várzea) (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
437	Caxangá (Conde da Boa Vista)	Principal	S/C	R\$ 2,15
437	Caxangá (Conde da Boa Vista)	Principal	C/S	R\$ 2,15
442	Jardim Primavera (Vale das Pedreiras)	Principal	S/C	R\$ 2,15
442	Jardim Primavera (Vale das Pedreiras)	AtendimentoLoteamentoNazare	S/C	R\$ 2,15
442	Jardim Primavera (Vale das Pedreiras)	AtendimentoLoteamentoNazare	C/S	R\$ 2,15
442	Jardim Primavera (Vale das Pedreiras)	Principal	C/S	R\$ 2,15
445	Tabatinga	Principal	S/C	R\$ 2,15
445	Tabatinga	Principal	C/S	R\$ 2,15
446	UR-07	Principal	S/C	R\$ 2,15
446	UR-07	Principal	C/S	R\$ 2,15
448	Jardim Petrópolis	Principal	S/C	R\$ 2,15
448	Jardim Petrópolis Camaragibe	Principal	C/S	R\$ 2,15

450	(Conde da Boa Vista)	Principal	S/C	R\$ 2,15
450	Camaragibe (Conde da Boa Vista)	Principal	C/S	R\$ 2,15
457	São Lourenço (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
457	São Lourenço (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
459	Loteamento Santos Cosme e Damião	Camaragibe	S/C	R\$ 2,15
459	Loteamento Santos Cosme e Damião	Camaragibe Via PCR	S/C	R\$ 2,15
459	Loteamento Santos Cosme e Damião	UR07 Via PCR	S/C	R\$ 2,15
459	Loteamento Santos Cosme e Damião	UR07	S/C	R\$ 2,15
459	Loteamento Santos Cosme e Damião	UR07	C/S	R\$ 2,15
459	Loteamento Santos Cosme e Damião	Camaragibe	C/S	R\$ 2,15
459	Loteamento Santos Cosme e Damião	Camaragibe Via PCR	C/S	R\$ 2,15
459	Loteamento Santos Cosme e Damião	UR07 Via PCR	C/S	R\$ 2,15
462	Santos Cosme e Damião (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
462	Loteamento Santos Cosme e Damião (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
511	Alto do Mandú	Principal	S/C	R\$ 2,15
516	Casa Amarela (Nova Torre)	Principal	S/C	R\$ 2,15
516	Casa Amarela (Nova Torre)	Principal	C/S	R\$ 2,15
521	Alto Santa Isabel	Principal	S/C	R\$ 2,15
521	Alto Santa Isabel	Principal	C/S	R\$ 2,15
524	Sítio dos Pintos (Dois Irmãos)	Principal	S/C	R\$ 2,15
524	Sítio dos Pintos (Dois Irmãos)	Via PCR	S/C	R\$ 2,15
524	Sítio dos Pintos (Dois Irmãos)	Principal	C/S	R\$ 2,15
524	Sítio dos Pintos (Dois Irmãos)	Via PCR	C/S	R\$ 2,15
531	Casa Amarela (Rosa e Silva)	Principal	S/C	R\$ 2,15
531	Casa Amarela (Rosa e Silva)	Principal	C/S	R\$ 2,15
533	Casa Amarela (Bacurau)	Principal	S/C	R\$ 2,15
533	Casa Amarela (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
613	Morro da Conceição (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
624	Brejo	Principal	S/C	R\$ 2,15
624	Brejo	Principal	C/S	R\$ 2,15
626	Brejo (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
644	Largo do Maracanã	Principal	S/C	R\$ 2,15
644	Largo do Maracanã	Principal	C/S	R\$ 2,15
645	Av. Norte (Macaxeira)	Principal	S/C	R\$ 2,15
721	Água Fria	Principal	S/C	R\$ 2,15
	Alto Santa			

726	Terezinha (Conde da Boa Vista)	Principal	S/C	R\$ 2,15
726	Alto Santa Terezinha (Conde da Boa Vista)	Principal	C/S	R\$ 2,15
731	Beberibe (Espinheiro)	Principal	C/S	R\$ 2,15
744	Dois Unidos (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
745	Alto José Bonifácio (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 2,15
811	Campo Grande (Terminal Sítio Novo)	Principal	S/C	R\$ 2,15
811	Campo Grande (Terminal Sítio Novo)	Principal	C/S	R\$ 2,15
915	PE-15	Via PCR	S/C	R\$ 2,15
928	Maranguape II (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 3,35
936	Mirueira (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 3,35
956	Igarassu (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 3,35
957	Caetés I (Bacurau)	principal	C/S	R\$ 3,35
977	Paulista (Conde da Boa Vista)	Principal	S/C	R\$ 2,15
981	Rio Doce (Conde da Boa Vista)	Principal	C/S	R\$ 3,35
985	Rio Doce (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 3,35
995	Pau Amarelo (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 3,35
1928	Maranguape II (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 3,35
1936	Mirueira (Bacurau)	Principal	C/S	R\$ 3,35

[+ Voltar](#)

GRANDE RECIFE TRANSPORTE SERVIÇOS SERVIÇOS CAMPANHAS IMPRENSA OUVIDORIA

LINHAS OPERANDO ATUALMENTE NO TERMINAL INTEGRADO DA CAXANGÁ:

CÓD.	LINHAS	FROTA	VIAGENS
202	BARRO/MACAXEIRA (VÁRZEA)	12	126
303	CURADO II/CAXANGÁ (BR-232)	9	78
417	NOVA MORADA/CAXANGÁ	2	48
437	CAXANGÁ (CDE. DA BOA VISTA)	11	97
464	JARDIM TERESÓPOLIS/CAXANGÁ	4	40
469	CAMARAGIBE/CDU	6	49
488	VILA DA FÁBRICA/CAXANGÁ	3	51
489	BAIRRO DOS ESTADOS/CAXANGÁ	2	39

LINHAS OPERANDO ATUALMENTE NO TERMINAL INTEGRADO DE CAMARAGIBE:

CÓD.	LINHAS	FROTA	VIAGENS
419	MATRIZ DA LUZ (INTEGRAÇÃO)	1	15
420	MURIBARA (INTEGRAÇÃO)	2	31
450	CAMARAGIBE (CDE. BOA VISTA)	13	97
460	CAMARAGIBE (PRÍNCIPE)	14	81
463	ARAÇOIABA/CAMARAGIBE	2	10
466	VERA CRUZ (INTEGRAÇÃO)	3	36
467	CHÃ DE CRUZ (INTEGRAÇÃO)	33	32
469	CAMARAGIBE/CDU	4	63
473	LOT. JOÃO PAULO II (INTEGRAÇÃO)	1	37
475	TIMBI (INTEGRAÇÃO)	3	74
476	SANTA MÔNICA (INTEGRAÇÃO)	3	107
477	SANTA TEREZINHA (INTEGRAÇÃO)	1	35
478	SANTANA (INTEGRAÇÃO)	3	87
480	CAMARAGIBE/DERBY	10	72
483	LOTEAMENTO SÃO JOÃO E SÃO PAULO	2	46
486	PENEDO/TI CAMARAGIBE	2	38
487	VÁRZEA FRIA/TI CAMARAGIBE	2	40
490	CAMARAGIBE/MACAXEIRA	14	156
491	SÃO LOURENÇO/CAMARAGIBE	8	130
492	PARQUE CAPIBARIBE (INTEGRAÇÃO)	9	102
493	TIÚMA/CAMARAGIBE	7	106

# O-500 UDA

Chassi para Ônibus



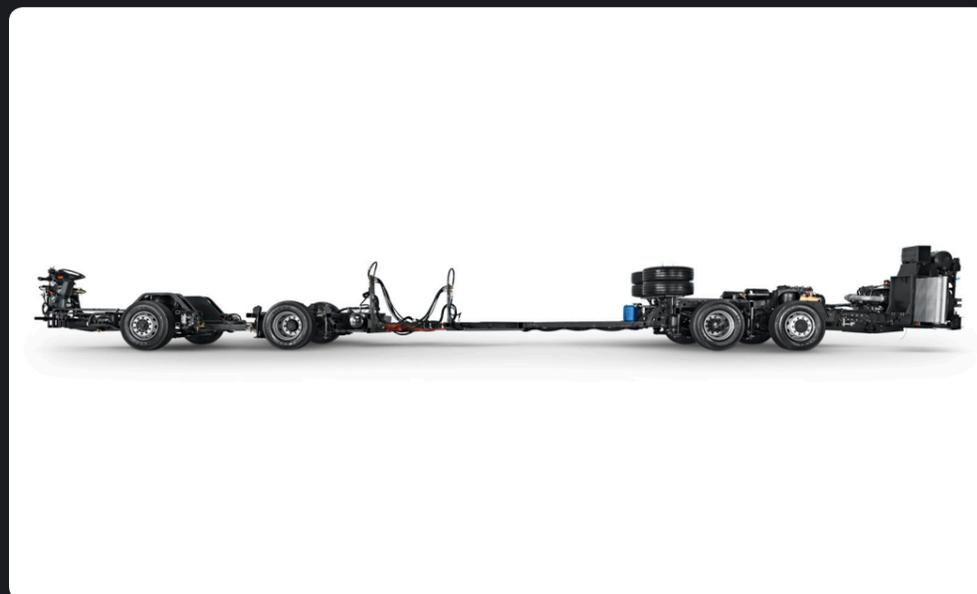
Mercedes-Benz  
A marca que todo mundo confia.

## O-500 UDA 3736

O chassi para ônibus articulado O-500 UDA (low entry ou entrada baixa) é a mais moderna e rentável solução para atender a demanda de passageiros nos grandes centros urbanos, possui PBT técnico de 37 toneladas e permite a montagem de carrocerias com até 23 metros de comprimento, com capacidade para transportar mais de 190 passageiros (dependendo do layout interno). Um chassi 8x2, que conta com o eixo de apoio direcional instalado no 2º carro, auxiliando nas manobras e na condução do veículo. Incorporando todas as vantagens da tecnologia Mercedes-Benz, esse chassi vem equipado com motor eletrônico OM-457 LA (Proconve P-7), posicionado na traseira do veículo, o que traz maior facilidade na manutenção diária, melhor dirigibilidade com mais segurança e menor risco durante a época de chuvas. Entre as vantagens do O-500 MDA, destacam-se a articulação com pistões hidráulicos, que oferece excelente dirigibilidade, facilidade de manutenção e a praticidade do encarroçamento e reduzido custo de operação. Para a definição do entre-eixos que será fornecido no 2º carro, será necessário informar qual será o comprimento desejado.

## Principais características

**Motor OM-457 LA** - completamente eletrônico, com unidades injetoras para cada cilindro, proporciona maior economia de combustível e possui alto torque em baixas rotações. **Top Brake** - freio motor auxiliar, garante uma potência de frenagem adicional, conjugado com o sistema borboleta, freio de serviço e retarder, proporcionando maior segurança nas operações, economia de combustível e aumento da vida útil dos freios. **Chassi conceito Low Entry** - toda a seção dianteira e central do veículo permite nivelção do degrau de entrada e do piso para 370 mm, não existindo nenhum outro degrau nessas seções do veículo. Com isso, o passageiro tem grande facilidade e rapidez para embarque e desembarque. **Chassi quadro** - constituído de perfis de aço estampados com asas de apoio e de fixações para carrocerias, o chassi com estas características apresenta robustez, resistência à torção e à flexão e facilidade de encarroçamento. **Freio a disco nas rodas dianteiras e traseiras** - propicia melhor eficiência na frenagem e maior facilidade na manutenção. **Painel de instrumento** - todos os veículos são equipados com tacógrafo, odômetro, relógio, conta-giros, indicadores de temperatura do líquido de arrefecimento, da pressão do óleo do motor, da pressão pneumática do sistema de freios, consumo instantâneo de combustível e do nível do tanque de combustível. **Luzes de Aviso** - controle de carga da bateria, luz alta dos faróis principais, luzes indicadoras de direção, de baixa pressão do óleo do motor, de baixo nível do líquido de arrefecimento, de freio de estacionamento acionado, de saturação do filtro de ar, de baixa pressão do sistema pneumático, de controle do sistema de aceleração eletrônico / módulos eletrônicos, de retardador acionado, de controle do ABS, de controle da correia de acionamento do ventilador e de acionamento do ajoelamento ou elevação da suspensão. **Suspensão pneumática integral** - com maior conforto e confiabilidade aos seus passageiros e motoristas, este sistema já está consagrado no mercado, sendo atestado como de altíssima qualidade em outros produtos Mercedes-Benz. **Eixo traseiro de apoio direcional** - proporciona melhor manobrabilidade e dirigibilidade além de menor arraste em curvas, aumentando a durabilidade dos pneus. **Coluna de direção regulável** - propicia a regulagem de acordo com as características físicas do motorista, melhorando a ergonomia. **Articulação** - proporciona movimentos suaves nas manobras e oferece um sistema de segurança que informa antecipadamente o momento do batente metálico. **Central Elétrica Fuse Box** - proporciona ao encarroçado/cliente facilidade para acrescentar seus componentes, uma vez que o sistema é modular, possui um tamanho reduzido e é de fácil aquisição no mercado. **Sistema Antibloqueio das Rodas (ABS)** - monitora a velocidade das rodas, ultrapassando os limites máximos de desaceleração e escorregamento. O sistema aciona as válvulas moderadoras de pressão, que controlam a frenagem em cada roda, dessa maneira evita-se o bloqueio (travamento) das rodas, dentro dos requisitos para uma frenagem eficiente: menor espaço de frenagem, manutenção da dirigibilidade (controle sobre o veículo) e preservação da estabilidade direcional. **Blue Tec 5** - tecnologia Mercedes-Benz que consiste em reduzir os gases contaminados, através de uma reação química com o AdBlue, em um catalisador de redução seletiva (SCR ou "Selective Catalytic Reduction"). Além do catalisador, a combustão do motor foi otimizada, o que resulta em uma queima mais eficiente de combustível e uma emissão mais limpa.



[www.mercedes-benz.com.br](http://www.mercedes-benz.com.br)

Respeite a sinalização de trânsito.

Alguns itens citados ou mostrados neste folheto são opcionais e podem não estar imediatamente disponíveis para atendimento. Procure um Concessionário Mercedes-Benz e conheça as múltiplas configurações oferecidas pela mais completa linha de veículos comerciais do país. No interesse do desenvolvimento tecnológico,

a Mercedes-Benz do Brasil reserva-se o direito de alterar as especificações e os desenhos dos produtos sem prévio aviso. A qualidade do meio ambiente é respeitada pela tecnologia dos produtos Mercedes-Benz. Mercedes-Benz, marca do Grupo Daimler.



## Motor

Modelo	MB OM 457 LA (Proconve P-7)
Tipo	6 cilindros verticais em linha, turbocooler
Potência máxima, conforme NBR ISO 1585	260 kW (354 cv) a 2000 rpm
Torque máximo, conforme NBR ISO 1585	1600 Nm (163,2 mkgf) a 1100 rpm
Cilindrada total	11.967 cm³
Consumo específico	183,8 g/kWh a 1200 rpm
Filtro de óleo - tipo	filtragem total, com elemento de papel
Filtro de ar - tipo	seco, com elemento de papel
Sistema de arrefecimento	por circulação de água, com termostato

### Unidade injetora

Modelo	DTC (Diesel Technology Company)
Tipo	6 bicos individuais com controle eletrônico
Sistema de injeção	direta, com gerenciamento eletrônico

### Compressor

Acionamento	por engrenagens
Fluxo de trabalho	1.080 l/min

## Caixa de mudanças

Modelo	ZF ECOLIFE 6 AP 1700B - 3,364 - 0,615 com retarder incorporado
Acionamento	por meio de teclas
Marchas	6 (+ conversor de torque i=2,29)
Relação de Transmissão	i = 3,364 (Primeira marcha: 7,70 com conversor de torque) / 1,909 / 1,42 / 1,0 / 0,72 / 0,615 <p>marcha a ré = 4,235 (9,69 com conversor de torque)</p>

Modelo	Voith DIWA D884.5 - 4,85 - 0,74 com retarder incorporado
Acionamento	por meio de teclas
Marchas sincronizadas	4
Relação de transmissão	i = 4,85 / 1,36 / 1,0 / 0,74 <p>marcha à ré = 4,1</p>

## Eixos

<b>Eixo dianteiro</b>	
Modelo	MB VO 4/39 CL 7,5
Tipo	punho

<b>Eixo traseiro</b>	
Modelo (eixo auxiliar/1º eixo)	ZF AVN - 132-11,5t
Tipo	eixo rígido de apoio
Modelo (eixo auxiliar/2º eixo)	MB HO 7/03 DCL-12,3
Tipo	carcaça central com redução nos planetários
Modelo (eixo motriz/3º eixo)	ZF RL 75 EC (ERA)
Tipo	eixo de apoio com suspensão independente
Redução	i = 7,733 (29:15x4)

## Suspensão

<b>Suspensão dianteira</b>	
Tipo	Pneumática, com 2 bolsões de ar e batentes auxiliares internos, 3 barras tensoas longitudinais, 1 barra transversal e 1 válvula reguladora de altura

Amortecedores	4, telescópicos de dupla ação
Barra estabilizadora	sim

<b>Suspensão intermediária</b>	
Tipo	Pneumática, com 4 bolsões de ar e batentes auxiliares internos, 2 barras tensoas longitudinais, 2 oblíquas e 2 válvulas reguladoras de altura

Amortecedores	4, telescópicos de dupla ação
Barra estabilizadora	não

<b>Suspensão traseira (eixo motriz)</b>	
Tipo	Pneumática, com 4 bolsões de ar e batentes auxiliares internos, 2 barras tensoas longitudinais, 2 oblíquas e 2 válvulas reguladoras de altura

Amortecedores	4, telescópicos de dupla ação
Barra estabilizadora	não

<b>Suspensão traseira (eixo auxiliar)</b>	
Tipo	Pneumática, com 2 bolsões de ar, 2 barras tensoas longitudinais e 2 barras triangulares

Amortecedores	2, telescópicos de dupla ação
Barra estabilizadora	não

## Quadro do chassi

Tipo	Composto de módulos rebaixados, com as partes dianteira e traseira unidas por articulação
------	---

## Direção

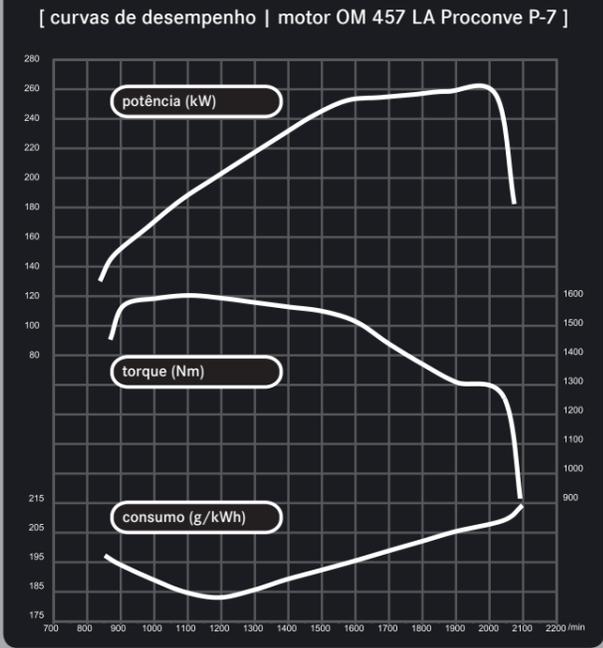
Modelo	ZF 8098
Tipo	hidráulica
Relação de redução	l(máx.) = 26,2:1

## Rodas e pneus

Aros das rodas	8.25 x 22,5
Pneus	295/80 R 22,5 (radiais, sem câmara)

## Sistema de pós-tratamento dos gases do motor

Redução Catalítica Seletiva de NOx (SCR)	sim
--	-----



## Sistema elétrico

<b>Tensão nominal</b>	
Capacidade	24 V
<b>Alternador</b>	
Capacidade	28 V/140 A
<b>Bateria</b>	
Capacidade/tensão	220 Ah/2 x 12 V

## Freios

<b>Freios de serviço</b>	
Sistema	a ar comprimido, de dois circuitos
Tipo	disco nas rodas dianteiras e traseiras
Área de frenagem total	3.136 cm²

<b>Freio de estacionamento</b>	
Tipo	câmara de mola acumuladora, acionada pneumaticamente, com atuação nas rodas dos eixos intermediário e traseiro.

<b>Freio motor</b>	
Tipo	borboleta no coletor de escapamento (convencional)
Acionamento	eletropneumático
Tipo	Top Brake (válvula localizada no cabeçote)
Acionamento	eletropneumático, conjugada com o freio motor convencional, podendo atuar em conjunto com freio de serviço e retarder através de uma tecla no painel

## Pesos (kg)

	<b>1º eixo</b>	<b>2º eixo</b>	<b>3º+ 4º eixo</b>	<b>Total</b>
Em ordem de marcha²	1.801	1.968	6.999	10.768
Admissíveis Técnica <span></span> mente - PBT	7.100	11.500	18.400	37.000
Admissíveis Legalmente	6.000	10.000	13.500	29.500

<sup>2</sup>Chassi sem carroçaria, versão atualizada, com reservatório de combustível provisório de 20l cheio, caixa Voith, sem motorista, sem extintor, sem roda de reserva e sem caixa de ferramentas.

## Volumes de abastecimento (l)

Tanque de combustível	20 (somente para transporte)
Óleo no cárter, máx./mín.	26/22
Caixa de mudanças Voith	25
Caixa de mudanças ZF	25
Carcaça do diferencial (eixo traseiro)	12 + 6,5 nas duas planetárias
Direção hidráulica	3,5
Sistema de arrefecimento	42
Tanque de Arla 32	35

## Desempenho do veículo

Caixa de câmbio	ZF 6AP 1700 Ecolife	Voith D884.5
Eixo traseiro	MB HO 7/03 DCL-12,3	MB HO 7/03 DCL-12,3
Redução	i=7,733 (29:15x4)	i=7,733 (29:15x4)
Pneus	295/80 R 22, 5	295/80 R 22, 5
Velocidade máxima (km/h)	84	67
Capacidade máxima de subida com 37.000 kg (%) (veículo em movimento)	29	28

## Principais opcionais

Estepe mais ferramentas	
Preparação para ar condicionado	
Administrador de frota FM 200 Plus - sistema para gerenciamento de frota	
Entre-eixos de 7.000mm ou 7.600mm para o 2º carro	

(\*) Depende do tipo de layout da carroceria.

(\*\*) Entre-eixos de série

(\*\*\*) Para veículo com comprimento máximo de 21,5 metros o entre-eixos do 1º carro será alongado para 5.950mm e o entre-eixos do 2º carro deverá ser solicitado a fábrica com 7.600mm

(\*\*\*\*) Para veículo com comprimento máximo de 23,0 metros o entre-eixos do 1º carro será alongado para 5.950mm e o entre-eixos do 2º carro deverá ser solicitado a fábrica com 9.000mm

(A) Sob consulta

## Dimensões [mm]

	<b>Entre-eixos</b>	<b>Comprimento total</b>	<b>Altura</b>	<b>Bitola - eixo dianteiro</b>	<b>Bitola - eixo traseiro</b>	<b>Balanço dianteiro</b>	<b>Balanço traseiro</b>	<b>Círculo de viragem de referência do veículo encarrilhado</b>
	<b>[a]</b>	<b>[b]</b>	<b>[c]</b>	<b>[d]</b>	<b>[e]</b>	<b>[f]</b>	<b>[g]</b>	<b>[h]</b>
O500 UDA	3.000+7.600 (A) 9.000(**)+1.600	21.500(*)(***) 23.000(*)(***)	2.102	2.036	1.821	2.570	3.350	25.000/28.000

