

# A Estrutura Viária na Evolução do Dengue na Paraíba

Paulo Cesar de Holanda Furtado; Izabel Cristina Alcantara de Souza; Ronei Marcos de Moraes

**Resumo** — Entre as formas de introdução do dengue numa região, destacam-se a imigração do mosquito, pessoas ou animais contaminados pelo vírus do dengue. As estradas são portanto, possíveis portas de entrada para esta contaminação. Na Paraíba, as principais rodovias são as BRs 101, 203, 412, 104 e 110. Para realizar este estudo utilizou-se o mapa das rodovias pavimentadas do estado da Paraíba, geoprocessadas, e o número de casos notificados do dengue por município por mês. Tanto a malha viária do estado como os casos notificados do dengue foram georeferenciados no sistema SPRING, com o objetivo de verificar a relação entre as rodovias e a ocorrência do dengue na Paraíba. Existem indícios de que o dengue chegou ao estado através das rodovias, vindo dos estados vizinhos e que sua disseminação dentro do estado também se deu através das rodovias.

**Palavras-chave** — Saúde pública, dengue, estradas.

## I. INTRODUÇÃO

O Brasil passou quase 60 anos, de 1923 a 1982, sem apresentar casos de dengue em seu território. Contudo a doença já estava presente desde o começo da década de 70 nos países da América Central, México, Venezuela, Colômbia, Suriname e alguns do Caribe [1]-[3].

A reinfestação do dengue, um dos maiores problemas de saúde pública da atualidade no país, deu-se devido a diversos fatores, entre eles está o aumento extraordinário na intensidade e velocidade do tráfego aéreo e terrestre. O dengue pode rapidamente ser transportado a outra cidade, país ou continente no sangue de pessoas infectadas. O período de transmissão é relativamente longo, podendo o vírus ser detectado no sangue desde um a dois dias antes do aparecimento dos sintomas, até oito dias após o seu início, facilitando a sua disseminação pelo mosquito vetor [1].

Uma das formas de observar como o dengue está evoluindo em uma região é usando técnicas de análise espacial, que está inserida no Geoprocessamento. O uso destas tecnologias possibilita a construção de modelos espaciais, que são baseados na localização geográfica.

Baseando-se nos indícios de que o dengue chegou ao estado através das rodovias vindo dos estados vizinhos e que sua

disseminação se dá também através das rodovias dentro do estado. Pretende-se com este estudo verificar a relação entre as rodovias e a ocorrência do dengue na Paraíba, no período de 1994 a 2002.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

Os Sistemas de Informação Geográfica – SIG (tecnologia do Geoprocessamento), são sistemas computacionais capazes de armazenar uma grande quantidade de dados, tornando-se ferramenta na manipulação das informações geográficas [4]. O SIG tem como propósito inicial representar em ambiente computacional os fenômenos geográficos que se pretende estudar [5]. Para isso é necessário compreender os conceitos importantes como espaço geográfico, que é o meio físico onde as entidades geográficas coexistem [6], ou seja, onde ocorre o fenômeno geográfico. Segundo Worboys (1995), o espaço geográfico é modelado segundo duas visões: a visão do campo e a visão do objeto, também chamados de modelos de campo (geo-campo) e modelo de objeto (geo-objeto) [7]. “Um geo-campo representa a distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica” e “Um geo-objeto é um elemento único que possui atributos não espaciais e está associado a múltiplas localizações geográficas. A localização pretende ser exata e o objeto é distinguível de seu entorno.” [7].

Os SIGs são ferramentas computacionais que auxiliam o Geoprocessamento no tratamento da informação geográfica [8]. O SPRING, desenvolvido no Brasil, é um SIG, cujas funções servem para processar imagens, fazer análise espacial, realizar modelagem numérica de terreno, consulta a bancos de dados espaciais, entre outras funções [9].

Com apenas uma base de dados, o SIG pode armazenar diferentes informações sobre um determinado espaço geográfico. Estas informações podem estar representadas nos bancos de dados geográficos, sob a forma de mapas, imagens, gráficos, tabelas, entre outros. Os bancos de dados são divididos em partes denominados projetos, onde cada projeto é composto por Planos de Informações (PI's), que variam em número, formatos e temas. Os PI's são conjuntos de dados geográficos de uma determinada região, que quando superpostos formam a cartografia básica da região em estudo. Todos os PI's representam a mesma área, porém contendo informações geográficas diferentes [8].

Os SIG's são compostos basicamente de agrupamentos de informações, PI's, que podem ser representados por diversos tipos de dados [8]. Neste trabalho será utilizado, apenas os tipos de dados cadastrais e redes. Os mapas cadastrais são mapas onde cada um de seus elementos é um objeto

Paulo Cesar de Holanda Furtado – bolsista DTI-CNPq, paulofurt@yahoo.com.br, Izabel Cristina Alcantara de Souza – bolsista DTI-CNPq, izabelpb@ibest.com.br, Ronei Marcos de Moraes – coordenador do Projeto, ronei@de.ufpb.br, Departamento de Estatística / UFPB, Cidade Universitária, s/n. 58.051-900, João Pessoa/PB, Tel. +55-83-216-7075, Fax. +55-83-216-7117.

Este trabalho tem suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Nacional – CNPq (bolsas), Universidade de São Paulo – USP (cooperação), Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO (financeiro), pelo Projeto No. CNPq-501584/2003-0.

geográfico, que possui atributos e podem estar associados a várias representações gráficas [7]. No Geoprocessamento, as estatísticas de saúde, que são, em geral, dados agregados por bairro, município, estado, etc, são armazenadas em mapas cadastrais. As redes são estruturas lineares formadas por objetos geográficos conectados, onde cada objeto possui uma localização geográfica exata e está associado a atributos descritivos [7]. Suas estruturas gráficas possuem coordenadas vetoriais com topologia arco-nó, onde os nós são objetos geográficos com localização e atributo, e os arcos informam o sentido do fluxo.

### III. METODOLOGIA

Foram utilizados neste trabalho a estrutura viária do estado da Paraíba e os dados de número de casos mensais notificados do dengue por município. A estrutura viária da Paraíba, com estradas estaduais e federais pavimentadas, foi elaborada pelo Ministério do Exército - Departamento de Engenharia e Comunicação. A variável número de casos mensais ocorrido em cada município foi obtido a partir dos casos notificados no SINAN no período de 1998 a 2002.

A Fig. 1, mostra o mapa da Paraíba com suas principais rodovias federais [10]. Este mapa foi usado de forma ilustrativa para ajudar a identificar as rodovias federais no mapa da estrutura viária em estudo.

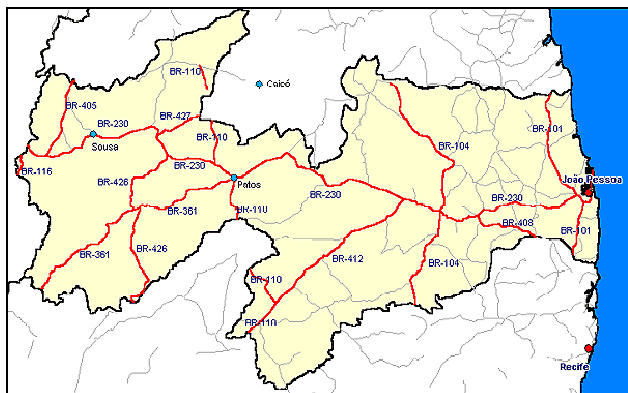


Fig. 1. Mapa da localização das rodovias federais do estado da Paraíba [10].

A estrutura viária e os casos do dengue foram georeferenciados no sistema SPRING como um mapa de redes e um mapa cadastral respectivamente. No plano de informação estrutura viária, que compõe o mapa de rede, as estradas são representadas pelos arcos, com duplo sentido de fluxo, e as interseções são representadas pelos nós. Com os planos de informações formados pelos casos mensais notificados do dengue, que compõe o mapa cadastral, elaboraram-se mapas coropléticos. Mapas coropléticos são mapas coloridos, onde cada cor representa uma classe de valores. Para cada mês do período de janeiro de 1994 a fevereiro de 2002, foi sobreposto os planos de informação de estrutura viária e casos notificados do dengue. A partir destas composições de planos de informação, realizou-se uma análise descritiva para identificar padrões espaciais no aparecimento e evolução da doença no estado da Paraíba.

### IV. RESULTADOS

A partir dos mapas coropléticos do número de casos mensais notificados por município paraibano e estradas pavimentadas da Paraíba, referente aos anos de 1994 a 2002, observou-se que, em 1994 a Paraíba não registrou casos do dengue. Nos anos de 1995 a 1997 só foram registrados seis casos, cada um em municípios e meses diferentes, sendo estes: em 1995 ocorreu apenas um caso no mês de junho no município de Pombal; em 1996 são registrados dois casos, sendo um em junho nos municípios de Natuba, e outro em novembro no município de Campina Grande; em 1997 três casos, João Pessoa, Patos e Picuí nos meses de março, abril e maio respectivamente. Nas Figs. 2, 3, 4, 5, 6 e 7, pode-se visualizar a distribuição espacial das ocorrências do dengue entre os anos de 1995 e 1997. Não foi observada uma trajetória clara no aparecimento da doença neste período nos municípios paraibanos. No entanto, todos os municípios com registro do dengue são cortados por rodovias importantes do Estado, como as BR 230, 101 e 104, que tem acesso direto aos estados vizinhos.

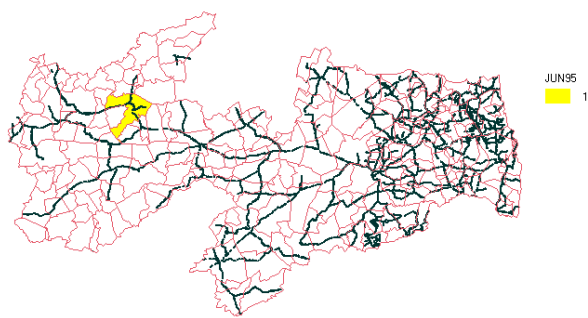


Fig. 2. Distribuição espacial de número de casos de dengue em junho de 1995 e estradas pavimentadas da Paraíba.



Fig. 3. Distribuição espacial de número de casos de dengue em junho de 1996 e estradas pavimentadas da Paraíba.

A partir de 1998 o dengue ocorre com mais frequência, apresentando, a partir de então, registros mensais. No ano de 1998, o mês de pico foi abril com 653 notificações, enquanto que em 2002, o pico ocorreu em março, com 5142 casos. Este mês foi o que registrou o maior número de casos no período estudado, como mostra a Fig. 8.

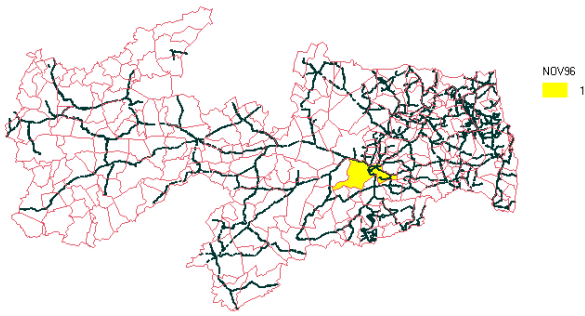


Fig. 4. Distribuição espacial de número de casos de dengue em novembro de 1996 e estradas pavimentadas da Paraíba.

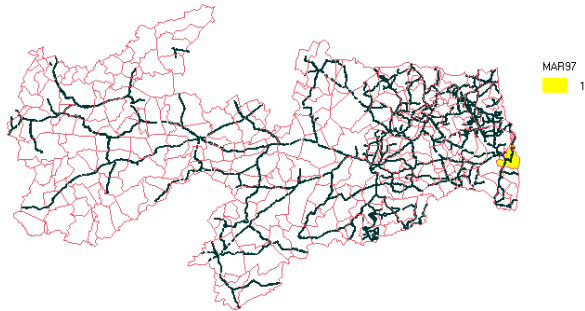


Fig. 5. Distribuição espacial de número de casos de dengue em março de 1997 e estradas pavimentadas da Paraíba.

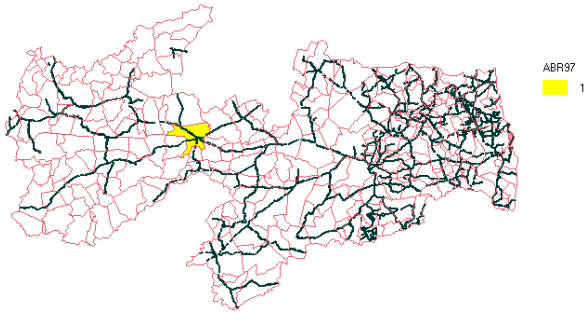


Fig. 6. Distribuição espacial de número de casos de dengue em abril de 1997 e estradas pavimentadas da Paraíba.

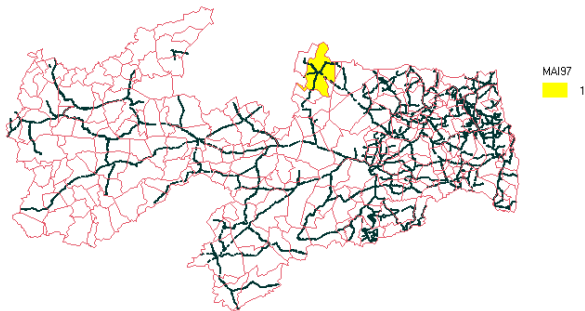


Fig. 7. Distribuição espacial de número de casos de dengue em maio de 1997 e estradas pavimentadas da Paraíba.

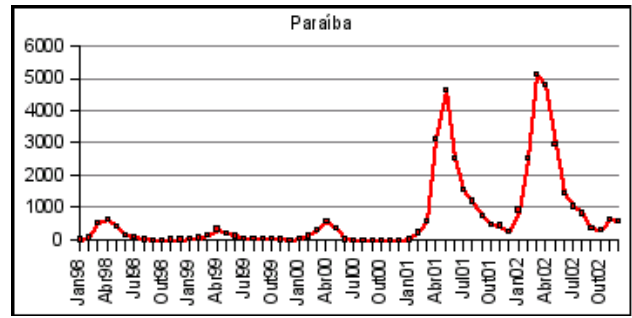


Fig. 8. Gráfico da ocorrência do dengue no estado da Paraíba no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2002

Observou-se também, que o município de Campina Grande passou a registrar casos mensais do dengue a partir de janeiro de 1998, que foram aumentando ao longo dos meses subsequentes. Em janeiro 1998, foram registrados 12 casos, que foram aumentando até 520 casos em abril. Deste mês em diante, a ocorrência do dengue diminui gradativamente, chegando a ser 1 caso em outubro. Este padrão de crescimento de casos até abril e posterior decréscimo, se repete nos anos subsequentes até 2002, como pode ser visualizado na Fig. 9. O ano de 2001 se comporta de forma atípica, tendo junho como o mês de maior incidência, com 492 casos. No entanto, estas ocorrências não foram isoladas apenas a Campina Grande, abrangendo portanto, seus municípios vizinhos, com menor intensidade. Este fato nos leva a crer que Campina Grande tornou-se um foco do dengue. Como exemplo, pode-se visualizar na Fig. 10, a ocorrência do dengue no mês de abril de 1998.

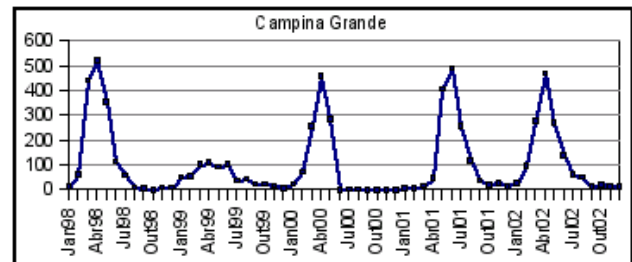


Fig. 9. Gráfico da ocorrência do dengue no município de Campina Grande no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2002.

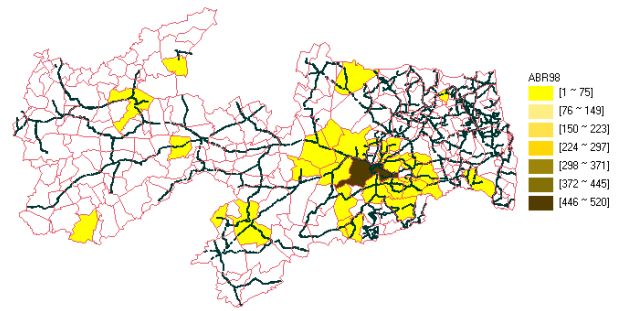


Fig. 10. Distribuição espacial de número de casos de dengue em abril de 1998 e estradas pavimentadas da Paraíba.

Os municípios que registram o dengue e que, teoricamente, não estão sobre a influência de Campina Grande, são, com raras exceções, cortados por rodovias importantes como as BRs 230, 104, 412, 361, que ligam a Paraíba com estados vizinhos, como mostra as Figs. 11, 12 e 13.

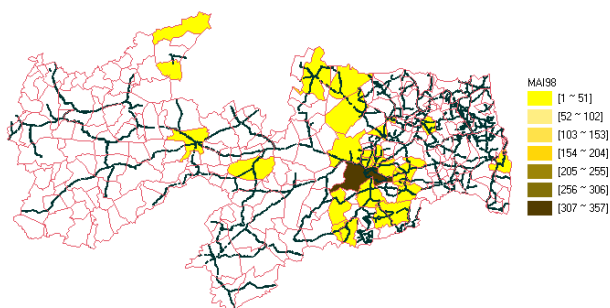


Fig. 11. Distribuição espacial de número de casos de dengue em maio de 1998 e estradas pavimentadas da Paraíba.

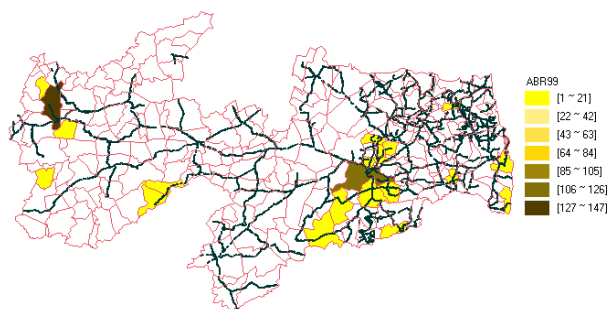


Fig. 12. Distribuição espacial de número de casos de dengue em abril de 1999 e estradas pavimentadas da Paraíba.

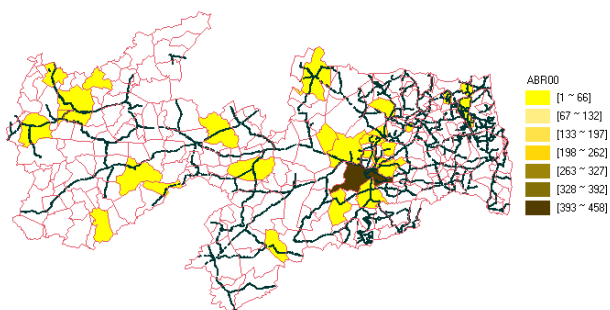


Fig. 13. Distribuição espacial de número de casos de dengue em abril de 2000 e estradas pavimentadas da Paraíba.

A partir de 2001 o dengue se espalha de forma generalizada por todo o Estado, principalmente no Sertão do Estado, como mostram as Figuras 14 e 15. Observa-se também, que outros municípios passam a ter ocorrências do dengue próximas as registradas em Campina Grande.

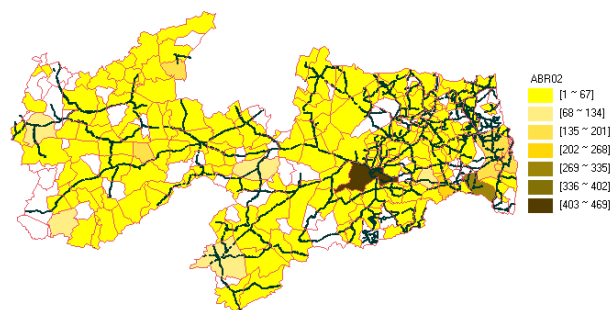


Fig. 14. Distribuição espacial de número de casos de dengue em abril de 2002 e estradas pavimentadas da Paraíba.

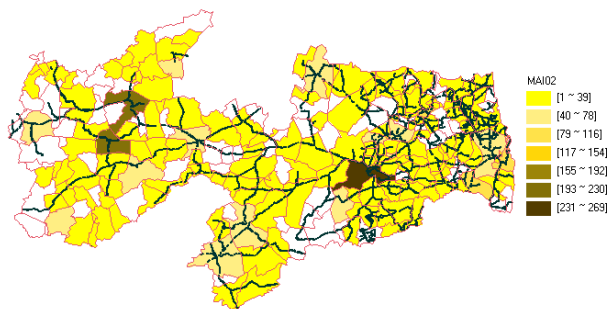


Fig. 15. Distribuição espacial de número de casos de dengue em maio de 2002 e estradas pavimentadas da Paraíba.

## V. DISCUSSÃO

Após a reinfestação do dengue na Paraíba, que teve início em junho de 1995, pode-se considerar três momentos desta doença no Estado:

- 1) O primeiro momento, compreendido entre os meses de junho de 1995 e dezembro de 1997, é caracterizado pela ocorrência de apenas seis casos de dengue em municípios e épocas diferentes, onde os municípios são cortados por rodovias importantes do Estado;
- 2) O segundo momento, entre os anos de 1998 e 2000, é caracterizado pela ocorrência mensal dos casos dengue em municípios isolados e pelo aumento do número de casos no município de Campina Grande. A partir daí, tem-se o alastramento dos casos aos municípios circunvizinhos a Campina Grande.
- 3) O terceiro momento, que corresponde aos anos de 2001 e 2002, caracteriza-se pela ocorrência do dengue em quase todos os municípios paraibanos. Se considerarmos as estradas como meio de disseminação do dengue, as rodovias secundárias e terciárias, juntamente com as BRs, foram de fundamental importância.

## VI. CONCLUSÕES

Com esta análise podemos concluir que existem indícios de que a chegada do dengue ao estado da Paraíba se deu através das rodovias federais, vindos dos estados vizinhos. Uma vez

que a doença se instalou no estado, no ano de 1998, as rodovias federais e estaduais passam a ser responsáveis pela disseminação do dengue aos municípios cortados por elas. A partir de 2001, as rodovias pavimentadas e não pavimentadas são responsáveis pela ploriferação da doença no resto do estado da Paraíba.

#### REFERÊNCIAS

- [1] P. L. TAUIL. “Urbanização e ecologia do dengue”. *Cad. Saúde Pública*, 2001, vol.17 supl, p.99-102. ISSN 0102-311X.
- [2] C. H. OSANAI et. al. “Surto de Dengue em Boa Vista, Roraima”. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*. 1983.p.53-54.
- [3] A. PEDRO. “O dengue em Nicteroy”. *Brazil Médico*. 1923. p.173-177.
- [2] M. F. Pina *Modelagem e estruturação de dados não-gráficos em ambiente de sistemas de informação geográfica: estudo de casos na área da saúde pública*. Tese de Mestrado - IME. Rio de Janeiro, 1994.
- [3] I. C. A. SOUZA, R. M. MORAES *Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na Análise Espacial de Dados de Saúde Pública na Paraíba entre os anos de 1998 e 2001*. Relatório de Iniciação Científica PIBIC/CNPq. João Pessoa: UFPB, 2003. Disponível em: <<http://www.de.ufpb.br/~ronei/monica/index.html>>. Acesso em: out 2004.
- [4] BORGES, K. A. V. *Modelagem de Dados Geográficos: Curso de especialização em geoprocessamento*. Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <<http://capela.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/apostila/modelagem%20de%20dados%20geografico.pdf>>. Acesso em: ago. 2004.
- [5] G. CÂMARA, et al. *Introdução a Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2002. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/indrod/>>. Acesso em: abr. 2004.
- [6] M. M. F. TELES. *Estudos sobre Sistemas de Informação Geográfica - SIG*. Relatório Final de Iniciação Científica - PIBIC. João Pessoa, DE/CCEN/UFPB, 1999.
- [7] G. Camara, R. C. M. Souza, U. M. Freitas, J. Garrido. “SPRING: Integrating remote sensing en GIS by object oriented data modeling”. *Computers & Graphics*, 20:(3), p.395-403, May-Jun 1996.
- [10] *Departamento Nacional de Estradas e Rodagens - DER*. Condições Rodoviárias. Disponível em: [www.dner.gov.br/rodovias/condicoes/pb.htm](http://www.dner.gov.br/rodovias/condicoes/pb.htm). Acesso em: fev. 2005.