Campus de São Carlos

*MODELOS DE DESEMPENHO DE PAVIMENTOS:
ESTUDO DE RODOVIAS DO ESTADO DO PARANÁ*

JOSÉ KIYNHA YSHIBA

ORIENTADOR: PROF. ASSOC. JOSÉ LEOMAR FERNANDES JUNIOR

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

MODELOS DE DESEMPENHO DE PAVIMENTOS:
ESTUDO DE RODOVIAS DO ESTADO DO PARANÁ

José Kiynha Yshiba

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos,
da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Doutor em Transportes.

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Leomar Fernandes Júnior

São Carlos
2003

DEDALUS - Acervo - EESC

31100043070

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: 15/05/03

✓

Class.	TESE-EESC
Cutt.	6342
Tombo	T 124/03
Sysno	1314336

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

Y92m Yshiba, José Kiynha
Modelos de desempenho de pavimentos : estudo de
rodovias do Estado do Paraná / José Kiynha Yshiba. --
São Carlos, 2003.

Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São
Carlos-Universidade de São Paulo, 2003.
Área: Transportes.
Orientador: Prof. Dr. José Leomar Fernandes Júnior.

1. Modelos de desempenho. 2. Sistemas de gerência.
3. Pavimentos asfálticos. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **JOSÉ KIYNHA YSHIBA**

Tese defendida e julgada em 04-04-2003 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Assoc. **JOSÉ LEOMAR FERNANDES JÚNIOR** (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Dr. **GLAUCO TÚLIO PESSA FABBRI**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof.ª Dra. **ELIANE VIVIANI**
(UNESP/Campus de Bauri)

APROVADO

Prof. Dr. **JORGE AUGUSTO PEREIRA CERATTI**
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS)

APROVADO

Prof. Dr. **JOÃO VIRGÍLIO MERIGHI**
(Universidade Makenzie/SP)

APROVADO

Prof. Assoc. **JOSÉ REYNALDO ANSELMO SETTI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Transportes

Prof.ª Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

DEDICATÓRIA

*À minha esposa Adelaide e aos meus
filhos Liliane, Daniele e Douglas, pelo
incentivo e compreensão.*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com a colaboração de pessoas e entidades, através de orientação, sugestões e apoio, que ficarão sempre lembrados. Com muita gratidão permito-me destacar os agradecimentos:

Ao Prof. Dr. José Leomar Fernandes Júnior, pela orientação, amizade e paciência dispensada. O seu conhecimento e desprendimento crítico permitiram o desenvolvimento deste trabalho;

À CAPES, pela bolsa de estudos (PICDT);

Ao Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná, onde tive à disposição informações sobre avaliação dos pavimentos da malha rodoviária paranaense;

Aos engenheiros do DER-PR, em especial ao eng^o Osvaldo Martins Pereira Sobrinho, ao eng^o Heitor Dutra da Silva Filho, ao eng^o Antero de Freitas Filho, ao eng^o José Luiz Archer, ao eng^o José Cavalcante Moura, ao eng^o José Ferreira Heidgger, ao eng^o Setembrino Dal Molin e ao eng^o Jorge Kishino, que contribuíram na aquisição de dados, nas sugestões e na avaliação subjetiva dos pavimentos da malha rodoviária paranaense;

Ao professores do Departamento de Transportes da EESC-USP, em especial ao Prof. Dr. Glauco T. P. Fabbri e ao Prof. Dr. Manoel Henrique Sória;

Aos funcionários do Departamento de Transportes da EESC-USP, em especial à Heloísa Morgado Belo pelo apoio administrativo;

Aos professores do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá, em especial ao Sérgio H. Demarchi, ao Hélio H. Arita, ao Roberto L. Ferraz, ao Antônio Belicanta, à Fernanda A. Simões, ao João Dirceu N. Carvalho e à Sandra Oda pelo apoio e incentivo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
 1 – INTRODUÇÃO.....	 1
1.1 – Natureza do Problema.....	1
1.2 – Objetivos.....	5
1.3 – Metodologia.....	5
1.4 - Organização do Trabalho.....	6
 2 – SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS.....	 8
2.1 – Definição e Considerações Gerais.....	8
2.2 – Níveis da Gerência de Pavimentos.....	10
2.2.1 – Gerência em Nível de Rede.....	10
2.2.2 – Gerência em Nível de Projeto.....	11
2.3 – Componentes Mínimos de um Sistema de Gerência de Pavimentos...	12
2.4 – Implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos.....	13
2.5 – Levantamento da Condição dos Pavimentos.....	15
2.5.1 – Identificação das Seções.....	15
2.5.2 – Informações do Inventário.....	18
2.5.3 – Formas de Avaliação da Condição dos Pavimentos.....	20
2.5.4 – Avaliação da Irregularidade Longitudinal de Superfície do Pavimento.....	20
2.5.4.1 –Equipamentos de Medição da Irregularidade.....	22
2.5.4.2 – Escala de Medição da Irregularidade.....	25
2.5.5 – Avaliação da Capacidade Estrutural.....	29
2.5.5.1 – Procedimentos Destrutivos.....	29
2.5.5.2 – Procedimentos Não Destrutivos.....	30
2.5.5.3 – Classificação dos Equipamentos Deflectométricos...	31
2.5.6 – Levantamento de Defeitos na Superfície do Pavimento.....	36

2.5.6.1 – Manuais e Tipos de Defeitos Observados em Pavimentos Flexíveis.....	36
2.5.6.2 – Métodos de Levantamento de Defeitos.....	39
2.5.6.2 – Índice de Defeitos.....	41
2.6 – Definição de Estratégias e Seleção de Atividades de Manutenção e Reabilitação.....	45
2.7 – Modelos de Desempenho.....	49
2.7.1 – Importância do Conceito de Serventia – Desempenho.....	49
2.7.2 – Desenvolvimento de Modelos de Previsão de Desempenho..	52
2.7.3 – Tipos de Modelos de Previsão de Desempenho.....	53
2.7.4 – Modelos Determinísticos.....	53
2.7.4.1 – Modelos Empíricos (Regressão) e Empírico-Mecanísticos.....	56
2.7.4.2 – Limitações dos Modelos.....	69
2.7.5 – Modelos Probabilísticos.....	71
3 – FATORES QUE CONDICIONAM O DESEMPENHO DOS PAVIMENTOS.....	77
3.1. Geologia e Geotecnia do Subleito.....	77
3.1.1. Região I.....	78
3.1.2. Região II.....	79
3.1.3. Região III.....	79
3.1.4. Região IV.....	80
3.1.5. Região V.....	82
3.1.6 – Seleção da Região.....	82
3.2 – Estrutura dos Pavimentos.....	82
3.2.1 – Tipos de Pavimentos.....	83
3.2.2 – Espessuras Típicas dos Pavimentos.....	85
3.2.3 – Número Estrutural Corrigido dos Pavimentos.....	85
3.3 – Tráfego.....	91
3.3.1 – Fatores de Veículos.....	91
3.3.2 – Número Equivalente de Operações do Eixo Padrão – N.....	101
3.4 – Clima.....	101
3.4.1 – Temperatura.....	103
3.4.2 – Pluviometria.....	109
3.4.3 – Síntese do Clima do Estado do Paraná.....	110

4 – MODELOS ESTATÍSTICOS E MODELOS PROBABILÍSTICOS.....	112
4.1 – Introdução.....	112
4.2 – Modelos Estatísticos.....	112
4.2.1 – Planejamento Fatorial.....	112
4.2.2 – Variáveis Independentes: Fatores e Níveis.....	114
4.2.3 – Variáveis Dependentes.....	116
4.2.4 – Experimento Fatorial.....	116
4.2.5 – Matriz Fatorial.....	118
4.2.6 – Análise de Variância.....	122
4.2.7 – Cálculo das Variâncias.....	123
4.2.7.1 – Análise de Variância para Seções de Pavimentos Não Reabilitadas.....	127
4.2.7.2 – Análise de Variância para Seções de Pavimentos Reabilitadas.....	131
4.2.8 – Análise de Regressão.....	135
4.2.8.1 – Modelos de Regressão para Pavimentos não Reabilitados e Avaliados em 1995.....	139
4.2.8.2 – Modelos de Regressão para Pavimentos não Reabilitados e Avaliados em 1998.....	139
4.2.8.3 – Modelos de Regressão para Pavimentos Reabilitados e Avaliados em 1995.....	140
4.2.8.4 – Modelos de Regressão para Pavimentos Reabilitados e Avaliados em 1998.....	140
4.3 – Análise dos Resíduos.....	140
4.4 – Modelos Probabilísticos.....	158
 5 – RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	 164
5.1 – Análise dos Modelos Estatísticos.....	164
5.1.1 – Análise da Influência dos Efeitos dos Fatores sobre os Pavimentos.....	164
5.1.1.1 – Modelos para Pavimentos não Reabilitados Obtidos a Partir da Avaliação Realizada em 1995.....	164
5.1.1.2 – Modelos para Pavimentos não Reabilitados Obtidos a Partir da Avaliação Realizada em 1998.....	167
5.1.1.3 – Modelos para Pavimentos Reabilitados Obtidos a Partir da Avaliação Realizada em 1995.....	170
5.1.1.4 – Modelos para Pavimentos Reabilitados Obtidos a Partir da Avaliação Realizada em 1998.....	172
5.1.2 – Análise de Comparação dos Modelos Estatísticos com Modelos de Desempenho Existentes.....	175
5.1.2.1 – Parâmetro de Análise: Irregularidade Longitudinal do Pavimento (IRI).....	175

5.1.2.2 – Parâmetro de Análise: Deflexão Máxima Recuperável (DEF).....	177
5.2 – Modelos Probabilísticos.....	185
5.2.1 – Introdução.....	185
5.2.2 – Seções Analisadas.....	185
5.3 – Síntese dos Modelos Probabilísticos.....	195
5.4 – Análise Comparativa de Desempenho dos Modelos Estatísticos com o Desempenho dos Modelos Probabilísticos.....	196
6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	208
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	212
 ANEXO A – Identificação das Seções da Rede Pavimentada da Região III (Região de Basalto) do Estado do Paraná	
 ANEXO B – Materiais e Espessuras das Seções de Pavimentos Construídas na Região de Basalto (Região III)	
 ANEXO C – Número Estrutural Corrigido das Seções de Pavimentos de Concreto Asfáltico da Região de Basalto	
 ANEXO D – Composição do Tráfego que Circula nas Seções de Pavimento de Concreto Asfáltico Localizadas na Região de Basalto	
 ANEXO E – Número Equivalente (N) de Solicitações do Eixo Padrão das Seções de Pavimentos de Concreto Asfáltico da Região de Basalto	
 ANEXO F – Temperaturas Mínima e Máxima do Estado do Paraná no Período de 1973 a 2000	
 ANEXO G – Tabelas de Valores dos Parâmetros Idade, Número Estrutural, Deflexão, IRI e Tráfego	
 ANEXO H – Matrizes de Probabilidades de Transição e Vetores Estado	

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 -	Componentes de um sistema de gerência de pavimentos (HAAS et al., 1994).....	10
FIGURA 2.2 -	Esquema do equipamento do tipo resposta.....	24
FIGURA 2.3 -	Modelo de Quarto-de-Carro (GILLISPIE et al., 1980).....	26
FIGURA 2.4 -	Viga Benkelman sob prova de carga.....	32
FIGURA 2.5 -	Ensaio com deflectômetro de impacto (FWD): bacia de deflexão e índices de curvatura do revestimento (ICR) e da base (ICB).....	34
FIGURA 2.6 -	Estratégias e as datas de intervenção determinadas em função do critério de decisão (HAAS et al., 1994).....	46
FIGURA 2.7 -	Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada com base no valor do ICP (INSTITUTO DO ASFALTO, 1989).....	47
FIGURA 2.8 -	Árvore de decisão para trincas por deflexão (PANTIGOSO e FERNANDES JÚNIOR, 1998).....	48
FIGURA 2.9 -	Seleção de atividades de manutenção e reabilitação em função da variação do Índice de Condição do Pavimento (ICP) ao longo do tempo.....	49
FIGURA 2.10 -	Conceito de serventia-desempenho.....	50
FIGURA 2.11 -	Ilustração do conceito serventia-desempenho e de como os modelos de desempenho permitem a definição do ano de intervenção e a seleção da melhor reabilitação (HUDSON et al., 1994).....	52
FIGURA 2.12 -	Evolução do trincamento dos pavimentos representada pela equação 2.11 (QUEIROZ, 1981).....	58
FIGURA 2.13 -	Relação entre deflexão e idade, representada pela equação 2.13 (MARCON, 1996).....	66
FIGURA 2.14 -	Curvas de previsão da irregularidade longitudinal (Equação 2.40 -QUEIROZ, 1981).....	68
FIGURA 2.15 -	Curvas de previsão de trincamento (QUEIROZ, 1981).....	69
FIGURA 2.16 -	Representação esquemática de estado, vetor estado e ciclo de solicitação (BUTT et al., 1987).....	74
FIGURA 3.1 -	Regiões geológico-geotécnicas do Estado do Paraná.....	78
FIGURA 3.2 -	Porcentagem dos tipos de camadas dos pavimentos da malha rodoviária do Paraná (DER-PR, 1996).....	84
FIGURA 3.3 -	Postos de pesagem em rodovias no Estado do Paraná (DNER, 2001).....	95
FIGURA 3.4 -	Localização das sete regiões para efeito de caracterização climática do Estado do Paraná (SIMEPAR, 2002).....	104
FIGURA 3.5 -	Temperaturas médias do Estado do Paraná (IAPAR, 2002)....	111
FIGURA 4.1 -	Fases na vida de um pavimento.....	115
FIGURA 4.2 -	Correlação dos valores observados de IRI em relação aos valores previstos pela eq. 4.19.....	143

FIGURA 4.3 -	Resíduos dos valores de IRI previstos pela eq. 4.19.....	143
FIGURA 4.4 -	Correlação dos valores observados de deflexão em relação aos valores previstos pela eq. 4.20.....	145
FIGURA 4.5 -	Resíduos dos valores de deflexão previstos pela eq. 4.20.....	145
FIGURA 4.6 -	Correlação dos valores observados de IRI em relação aos valores previstos pela eq. 4.21.....	147
FIGURA 4.7 -	Resíduos dos valores de IRI previstos pela eq. 4.21.....	147
FIGURA 4.8 -	Correlação dos valores observados de deflexão em relação aos valores previstos pela eq. 4.22.....	148
FIGURA 4.9 -	Resíduos dos valores de deflexão previstos pela eq. 4.22.....	150
FIGURA 4.10 -	Correlação dos valores observados de IRI em relação aos valores previstos pela eq. 4.22.....	151
FIGURA 4.11 -	Resíduos dos valores de IRI previstos pela eq. 4.23.....	151
FIGURA 4.12 -	Correlação dos valores observados de deflexão em relação aos valores previstos pela eq. 4.24.....	153
FIGURA 4.13 -	Resíduos dos valores de deflexão previstos pela eq. 4.24.....	153
FIGURA 4.14 -	Correlação dos valores observados de IRI em relação aos valores previstos pela eq. 4.25.....	155
FIGURA 4.15 -	Resíduos dos valores de IRI previstos pela eq. 4.25.....	155
FIGURA 4.16 -	Correlação dos valores observados de deflexão em relação aos valores previstos pela eq. 4.26.....	157
FIGURA 4.17 -	Resíduos dos valores de deflexão previstos pela eq. 4.26.....	157
FIGURA 4.18 -	Exemplo de uma matriz de probabilidade de transição (seção 170S0170).....	160
FIGURA 4.19 -	Curva de desempenho da seção de pavimento 170S0170 prevista até a condição mínima aceitável.....	161
FIGURA 4.20 -	Formulário para avaliação da condição dos pavimentos.....	161
FIGURA 5.1 -	Efeito da idade e do tráfego sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.....	165
FIGURA 5.2 -	Efeito da idade e do número estrutural sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.....	165
FIGURA 5.3 -	Efeitos da idade e do tráfego sobre a deflexão dos pavimentos.....	166
FIGURA 5.4 -	Efeitos da idade e do número estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.....	166
FIGURA 5.5 -	Efeito da idade e do tráfego sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.....	167
FIGURA 5.6 -	Efeito da idade e do tráfego sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.....	168
FIGURA 5.7 -	Influência da idade e do tráfego sobre a deflexão dos pavimentos.....	169
FIGURA 5.8 -	Influência da idade e do número estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.....	169
FIGURA 5.9 -	Influência da idade e do número estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.....	170
FIGURA 5.10 -	Efeitos da idade e do número estrutural sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos..	170

FIGURA 5.11 -	Efeitos da idade e do tráfego sobre as deflexões dos pavimentos.....	171
FIGURA 5.12 -	Efeitos da idade e da capacidade estrutural sobre as deflexões dos pavimentos.....	172
FIGURA 5.13 -	Efeitos da idade, do tráfego e do número estrutural sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.....	173
FIGURA 5.14 -	Efeitos da idade e do tráfego sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.....	173
FIGURA 5.15 -	Efeitos da idade e do tráfego sobre a deflexão dos pavimentos.....	174
FIGURA 5.16 -	Efeitos da idade e da capacidade estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.....	174
FIGURA 5.17 -	Análise comparativa do modelo de desempenho estatístico com outros modelos para previsão do IRI.....	178
FIGURA 5.18 -	Análise comparativa do modelo de desempenho estatístico (deflexão).....	181
FIGURA 5.19 -	Análise comparativa do modelo de desempenho estatístico (IRI).....	183
FIGURA 5.20 -	Gráfico para análise do modelo estatístico (deflexão).....	183
FIGURA 5.21 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento novo, N baixo e SNC baixo.....	186
FIGURA 5.22 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento de idade intermediária, N baixo e SNC baixo.....	187
FIGURA 5.23 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento velho, N baixo e SNC baixo.....	187
FIGURA 5.24 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento novo, N baixo e SNC alto.....	188
FIGURA 5.25 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento de idade intermediária, N baixo e SNC alto.....	189
FIGURA 5.26 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento antigo, N baixo e SNC alto.....	190
FIGURA 5.27 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento novo, N alto e SNC baixo.....	191
FIGURA 5.28 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento de idade intermediária, N alto e SN baixo.....	191
FIGURA 5.29 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento antigo, N alto e SN baixo.....	192
FIGURA 5.30 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento novo, N alto e SN alto.....	193
FIGURA 5.31 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento de idade intermediário, N alto e SN alto.....	194
FIGURA 5.32 -	Modelo de desempenho probabilístico: pavimento antigo, N alto e SN alto.....	194
FIGURA 5.33 -	Modelo estatístico da eq. 4.20 (IRI).....	196
FIGURA 5.34 -	Modelos probabilísticos	197
FIGURA 5.35 -	Modelo estatístico da eq. 4.20 (deflexão).....	198
FIGURA 5.36 -	Modelos probabilísticos.....	198
FIGURA 5.37 -	Modelo estatístico da eq. 4.19 (IRI).....	199

FIGURA 5.38 - Modelos probabilísticos.....	199
FIGURA 5.39 - Modelo estatístico da eq.4.20 (deflexão).....	200
FIGURA 5.40 - Modelos probabilísticos.....	201
FIGURA 5.41 - Modelo estatístico da eq. 4.21 (IRI).....	202
FIGURA 5.42 - Modelos probabilísticos	202
FIGURA 5.43 - Modelo estatístico da eq. 4.22.....	203
FIGURA 5.44 - Modelos probabilísticos.....	204
FIGURA 5.45 - Modelo estatístico da eq. 4.21 (IRI).....	205
FIGURA 5.46 - Modelos probabilísticos.....	205
FIGURA 5.47 - Modelo estatístico da eq. 4.22 (deflexão).....	206
FIGURA 5.48 - Modelos probabilísticos.....	207

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 -	Valor do fator de ponderação (DNER, 1978b).....	44
TABELA 2.2 -	Intervalos de condição de pavimentos em função de IGG (DNER, 1978b).....	45
TABELA 3.1 -	Extensão de pavimentos com emprego de diversos tipos de estrutura.....	84
TABELA 3.2 -	Espessuras das camadas de pavimentos sem reabilitação construídos na região de basalto do Estado do Paraná.....	85
TABELA 3.3 -	Valores representativos de CBR de cada região.....	90
TABELA 3.4 -	Expressões para o cálculo dos Fatores de Equivalência de Cargas.....	92
TABELA 3.5 -	Limites legais de carga por eixo ou conjunto de eixos (CONTRAN, 1998).....	94
TABELA 3.6 -	Valores de Fatores de Equivalência para os limites legais de carga por eixo.....	94
TABELA 3.7 -	Postos de pesagem permanentes localizados no Estado do Paraná.....	95
TABELA 3.8 -	Fatores de Veículos determinados pelo método da AASHTO, com base nos postos de pesagem permanente.....	96
TABELA 3.9 -	Classificação dos principais veículos da frota brasileira.....	97
TABELA 3.10 -	Porcentual de veículos de carga da frota que circulam nas rodovias do Estado do Paraná.....	198
TABELA 3.11 -	Porcentagem de veículos de carga da frota que transitam na Via Anhangüera SP-330 (DEMARCHI, 1999).....	198
TABELA 3.12 -	Porcentuais de veículos que trafegam vazios (DER-PR, 1990).....	99
TABELA 3.13 -	Fatores de Veículos por tipo de veículos de carga para as rodovias estaduais do estado do Paraná.....	100
TABELA 3.14 -	Fatores de Veículos adotados por grupo de veículos de carga.....	101
TABELA 3.15 -	Fatores de Veículos adotados por grupo de veículos de carga para a malha rodoviária catarinense (MARCON, 1996).....	101
TABELA 3.16 -	Temperaturas mínima e máxima do Estado do Paraná.....	105
TABELA 3.17 -	Temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta histórica do Estado do Paraná.....	106
TABELA 3.18 -	Graus do ligante SUPERPAVE.....	107
TABELA 3.19 -	Temperaturas mínima, máxima, mínima absoluta e máxima absoluta da região oeste do estado do Paraná.....	108

TABELA 3.20 -	Temperaturas máximas e mínimas de projeto ou no pavimento.....	109
TABELA 3.21 -	Precipitação mensal média histórica nas regiões do Estado do Paraná.....	110
TABELA 4.1 -	Matriz fatorial que representa as amostras do experimento de 24 combinações de fatores.....	120
TABELA 4.2 -	Matriz fatorial que representa as amostras do experimento de 16 combinações de fatores.....	122
TABELA 4.3 -	Resumo da matriz fatorial de IRI das seções não reabilitadas e avaliadas em 1995.....	127
TABELA 4.4 -	Resumo da análise de variância dos resultados de IRI, medidos em seções não reabilitadas e avaliadas em 1995.....	127
TABELA 4.5 -	Resumo da matriz fatorial de deflexões medidas em pavimentos não reabilitados e avaliados em 1995.....	128
TABELA 4.6 -	Resumo da análise de variância das deflexões das seções não reabilitadas e avaliadas em 1995.....	128
TABELA 4.7 -	Resumo da matriz fatorial de IRI obtidas de seções não reabilitadas e avaliadas em 1998.....	129
TABELA 4.8 -	Resumo da análise de variância de IRI das seções não reabilitadas e avaliadas em 1998.....	129
TABELA 4.9 -	Resumo da matriz fatorial das deflexões obtidas em seções não reabilitadas e avaliadas em 1998.....	130
TABELA 4.10 -	Resumo da análise de variância das deflexões das seções não reabilitadas e avaliadas em 1998.....	130
TABELA 4.11 -	Matriz fatorial de IRI das seções reabilitadas e avaliadas em 1995.....	131
TABELA 4.12 -	Resumo da análise de variância de IRI das seções reabilitadas e avaliadas em 1995.....	131
TABELA 4.13 -	Matriz fatorial das deflexões das seções reabilitadas e avaliadas em 1995.....	132
TABELA 4.14 -	Resumo da análise de variância das deflexões das seções reabilitadas e avaliadas em 1995.....	132
TABELA 4.15 -	Matriz fatorial dos resultados de IRI das seções reabilitadas e avaliadas em 1998.....	133
TABELA 4.16 -	Resumo da análise de IRI das seções reabilitadas e avaliadas em 1998.....	133
TABELA 4.17 -	Matriz fatorial das deflexões das seções reabilitadas e avaliadas em 1998.....	134
TABELA 4.18 -	Resumo da análise de variância das deflexões das seções reabilitadas e avaliadas em 1998.....	134
TABELA 4.19 -	Valores de IRI observados e previstos pela equação 4.19.....	142
TABELA 4.20 -	Valores de deflexão observados e previstos pela eq. 4.20.....	144
TABELA 4.21 -	Valores de IRI observados e previstos pela eq. 4.21.....	146
TABELA 4.22 -	Valores de deflexão observados e previstos pela eq. 4.22.....	149
TABELA 4.23 -	Valores de IRI observados e previstos pela eq. 4.23.....	150

TABELA 4.24 - Valores de deflexão observados e previstos pela eq. 4.24.....	152
TABELA 4.25 - Valores de IRI observados	154
TABELA 4.26 - Valores de deflexão observados e previstos pela eq. 4.26.....	156
TABELA 4.27 - Escala de avaliação do Índice de Condição do Pavimento (ICP).....	162
TABELA 4.28 - Resultado da avaliação subjetiva das seções de pavimentos não reabilitadas até 1995.....	169
TABELA 5.1 - Valores previstos do IRI pelos modelos de desempenho.....	179
TABELA 5.2 - Valores previstos da deflexão pelos modelos de desempenho.....	180
TABELA 5.3 - Valores do IRI previstos pelos modelos de desempenho.....	182
TABELA 5.4 - Valores de deflexão observados e previstos pelos modelos.....	184
TABELA 5.5 - Síntese dos modelos probabilísticos em relação à idade das seções de pavimentos.....	199

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHO	<i>American Association of State Highway Officials</i>
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ANOVA	Análise de Variância
ARAN	<i>Automatic Road Analyzer</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
AV	Aceleração Vertical Média Quadrática
CBR	Índice de Suporte Califórnia
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DEF	Deflexão máxima medida com <i>Falling Weight Deflectometer</i>
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
FEC	Fator de Equivalência de Carga
FV	Fator de Veículos
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
FWD	<i>Falling Weight Deflectometer</i>
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
HDM	<i>Highway Design and Maintenance Standard Model</i>
ICP	Índice de Condição do Pavimento
IDADE	Idade do Pavimento desde a abertura ao tráfego ou reabilitação
IGG	Índice de Gravidade Global
IGI	Índice de Gravidade Individual
ISA	Índice de Serventia Atual
IRI	Índice Internacional de Irregularidade
IRRE	<i>International Road Roughness Experiment</i>
LTPP	<i>Long Term Pavement Performance</i>

PICR	Pesquisa de Inter-relacionamento dos Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias
PG	<i>Performance Grade</i>
PSI	<i>Present Serviceability Index</i>
PSR	<i>Present Serviceability Rating</i>
VSA	Valor de Serventia Atual
MMHIS	<i>Multimedia Based Highway Information System</i>
QI	Quociente de Irregularidade
M&R	Manutenção e Reabilitação
N	Número equivalente de solicitações do eixo padrão de 80 kN
NCHRP	<i>National Cooperative Highway Research Program</i>
RST	<i>Laser Road Test</i>
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SHRP	<i>Strategic Highway Research Program</i>
SUPERPAVE	<i>Superior Performance Asphalt Pavements</i>
SV	<i>Slope Variance</i>
TRB	<i>Transportation Research Board</i>
USACE	<i>United States Army Corps of Engineers</i>
VSA	Valor da Serventia Atual

RESUMO

A tomada de decisão em gerência de pavimentos depende, dentre outros fatores, da estimativa da evolução da condição do pavimento ao longo do tempo. Tal estimativa é obtida por uma função que relaciona as causas e os efeitos da deterioração dos pavimentos, denominada modelo de desempenho. Neste trabalho são desenvolvidos modelos estatísticos para previsão do desempenho de pavimentos, mediante o estabelecimento de equações de regressão tendo por base dados históricos de avaliações da condição da malha rodoviária do Estado do Paraná. A análise do comportamento dos pavimentos é efetuada utilizando-se uma programação fatorial que, através de análise de variância (ANOVA), permite a determinação do nível de significância de fatores pré-selecionados (variáveis independentes: tráfego, idade e estrutura do pavimento) e de suas interações, bem como a modelagem do desempenho dos pavimentos (variáveis dependentes: irregularidade longitudinal e condição estrutural). Para cada uma das células da matriz fatorial, que correspondem às combinações dos fatores considerados, também são desenvolvidos modelos probabilísticos para previsão do desempenho de pavimentos, a partir de avaliações realizadas por especialista (engenheiros do DER-PR) e mediante o estabelecimento de matrizes de probabilidade de transição de Markov. Este trabalho mostra que é possível o desenvolvimento de modelos de desempenho sem dados históricos de avaliação da condição dos pavimentos ou tendo-se apenas dados coletados por um curto período de tempo. Observa-se, também, boa concordância entre os modelos estatísticos e probabilísticos, particularmente para previsão do desempenho funcional dos pavimentos. Os modelos de desempenhos desenvolvidos neste trabalho, quando comparados com equações desenvolvidas por pesquisadores e órgãos rodoviários brasileiros e estrangeiros, apresentaram melhores resultados, evidenciando as limitações de modelos de desempenho desenvolvidos e calibrados sob condições específicas.

Palavras-chave: modelos de desempenho; sistemas de gerência; pavimentos asfálticos.

ABSTRACT

The decision-making in pavement management systems depends, among other factors, of the prediction of the pavement condition during the service life. This prediction is obtained through a relation between causes and effects of pavement deterioration, called performance prediction model. This work develops statistic models for the prediction of pavement performance, based on regression equations from data of pavement evaluation performed in the highway network of the State of Paraná - Brazil. The pavement behavior is evaluated from an Analysis of Variance (ANOVA) of a factorial array, which calculates the level of significance of pre-selected factors (independent variables: traffic, age, and pavement structure) and their interactions and gives the performance models (dependent variables: roughness and structural condition). For each cell of the factorial array, that corresponds to combinations of the considered factors, it is also developed probabilistic models for the prediction of pavement performance, based on evaluations of pavement condition performed by specialists (State of Parana DOT engineers) and the definition of Markov transition matrices. This work shows that it is possible to develop performance prediction models without historic data of pavement evaluation or having just data collected in a short period of time. It is observed good correspondence between both models, statistic and probabilistic, particularly for the prediction of the functional behavior. The performance prediction models developed in this work show better results than equations developed by Brazilian and foreign researches and highway agencies, in a clear evidence of the limitation of models developed and calibrated under specific conditions.

Key words: performance prediction models; management systems; asphalt pavements.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Natureza do Problema

O sistema rodoviário brasileiro, construído na sua maioria entre as décadas de 60 e 80, é constituído por mais de um milhão e quinhentos mil quilômetros de rodovias, dos quais cento e setenta e um mil quilômetros são pavimentados. Dentre as pavimentadas, setenta e dois mil quilômetros são de rodovias federais, oitenta e dois mil quilômetros são de rodovias estaduais e dezessete mil quilômetros são municipais. O sistema rodoviário movimenta cerca de 60 % do transporte de cargas e 95 % do transporte de passageiros do país (DNER, 2000).

O patrimônio da rede viária do Brasil está avaliado em 250 bilhões de dólares, o que representa o maior investimento público do país. Dada a importância econômica e o valor patrimonial, a manutenção de toda rede viária em um nível satisfatório deve ser a principal preocupação dos organismos rodoviários.

A grande maioria das rodovias se encontra em condição entre bom e regular. A malha rodoviária federal, Por exemplo, apresentava 13% em estado ótimo, 26% bom, 34% regular, 18% mau, 9% péssima. Além disso, mais de 85% tinham idade superior a 10 anos (DNER, 2001). Essas condições refletem diretamente no aumento dos custos de transporte e nos números de acidentes, acarretando grandes prejuízos aos usuários e à nação.

A tarefa de conservar os pavimentos é dificultada pelo aumento dos custos de serviços de manutenção e de reabilitação, pelo crescimento do tráfego, pela frequência com que os pavimentos se deterioram mais rapidamente do que são reabilitados e, principalmente, pela escassez de recursos. Estes, por sua vez, são quase sempre inferiores às reais necessidades. Devem, conseqüentemente, ser utilizados de maneira mais eficiente possível.

Os Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP) representam uma ferramenta do administrador para decidir a forma mais eficiente de aplicação dos recursos públicos ou privados disponíveis para preservar os pavimentos em uma condição aceitável para os usuários ao menor custo.

O desenvolvimento dos Sistemas de Gerência de Pavimentos teve início no final da década de 60. Surgiu da necessidade de seleção e priorização das atividades de manutenção e reabilitação dos pavimentos sob condição de restrição orçamentária, auxiliando os organismos rodoviários a prover aos usuários um transporte eficiente e a um custo menor.

A implantação do primeiro Sistema de Gerência de Pavimentos no Brasil ocorreu no início da década de 80, pelo DNER, para a malha rodoviária federal. Nos últimos anos, como é peculiar nos SGPs, o sistema sofreu avaliações e modificações objetivando o seu aprimoramento e atualização.

A tomada de decisão em gerência de pavimentos depende, dentre outros fatores, da estimativa da evolução da condição do pavimento ao longo do tempo. Tal estimativa é obtida por uma função que relaciona as causas e os efeitos da deterioração dos pavimentos, denominada modelo de desempenho.

Os modelos de desempenho são elaborados para estimar a variação das condições funcional e estrutural dos pavimentos através de fatores que provocam a sua deterioração (como, por exemplo, idade, solicitações do tráfego e fatores climáticos). São, portanto, indispensáveis para o administrador tomar decisões.

Em nível de rede, a estimativa da condição futura do pavimento fornece informações que permitem, determinar custos de manutenção e reabilitação, custos aos usuários (custos operacionais dos veículos, tempo de viagem, conforto e segurança), os custos de acidentes, estabelecer um programa de prioridades e selecionar estratégias de manutenção e reabilitação que resultem em menor custo total possível.

Em nível de projeto, os modelos de desempenho, incorporados em métodos de dimensionamento estrutural de pavimentos, possibilitam a obtenção de eficácia econômica, na medida em que permitem a geração de alternativas de estratégias de projetos estruturais para pavimentos novos e para reforços estruturais de pavimentos deteriorados.

Não existem modelos de desempenho universais, aplicáveis em quaisquer condições. Os modelos existentes foram formulados, desenvolvidos e calibrados sob o domínio de condições específicas. Cada SGP deve procurar desenvolver modelos de desempenho que atendam às suas necessidades e aos seus objetivos, retratando da melhor forma possível as características da região em estudo, com base nos dados coletados e nas experiências adquiridas com as avaliações dos pavimentos locais.

Entre os diversos tipos de modelos existentes e utilizados, os determinísticos (empírico-mecanístico) são mais adequados a projetos estruturais, enquanto que, em nível de rede, os modelos probabilísticos são os mais recomendados. Os modelos determinísticos utilizam parâmetros mecânicos (tensão, deformação ou deslocamento), relacionados com a deterioração funcional ou estrutural através de equações de regressão (HAAS et al., 1994).

Nos modelos de regressão, as variáveis dependentes, relativas à deterioração funcional ou estrutural, são relacionadas a uma ou mais variáveis independentes, como o número de solicitações de tráfego, idade, número estrutural, resistência do subleito, fatores climáticos e suas interações.

Nos modelos probabilísticos, utilizam-se opiniões de engenheiros e técnicos, as quais são formalizadas através de processos de transição, como o processo de Markov, que permitem a estimativa da condição futura do pavimento com base no conhecimento da condição atual, através de uma matriz de probabilidade de transição.

Diversos estados brasileiros, através dos Departamentos de Estradas de Rodagem, estão implantando ou já implantaram seus Sistemas de Gerência de Pavimentos. Em 1994, o Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER-PR) iniciou estudos para concepção e implementação de um moderno Sistema de Gerência de Pavimentos para a sua malha rodoviária. O interesse pelo desenvolvimento e aplicação de um SGP deveu-se aos seguintes fatores (DER-PR 1996; 1997):

- a) redução de recursos destinados à manutenção das rodovias: embora seja uma prática frequente nos organismos rodoviários, representa uma atitude equivocada, pois a redução de recursos em atividades de manutenção e reabilitação resulta, quase sempre, em gastos adicionais, visto que as postergações das intervenções aceleram a deterioração da estrutura dos pavimentos. Investimentos em atividades de manutenção e reabilitação resultam em economia tanto para o organismo rodoviário como para os usuários, em termos de custos de serviços de manutenção e reabilitação, custos operacionais dos veículos, tempo de viagem e redução de acidentes;
- b) idade dos pavimentos: a maior parte da malha foi construída nas décadas de 70 e 80;
- c) condição da malha rodoviária: 17,8% em estado muito bom; 46,5% em bom estado; 29,5% regular; 4,7% ruim e 1,5% em péssimas condições com tendência a um aumento das porcentagens em condição regular a péssimo;
- d) crescimento considerável da extensão de pavimentos que sofreram intervenções a partir de 1986, atingindo cerca de 25% da malha rodoviária.

Por falta de recursos, o DER-PR realizou apenas dois levantamentos de campo em toda a sua malha rodoviária em 1995 e 1998. Assim, a implementação do sistema de gerência dos pavimentos ficou prejudicada, uma vez que, de acordo com a metodologia proposta pelo sistema, o desenvolvimento dos modelos de desempenho dos pavimentos seria feito com base em dados históricos. Esse fato é que nos motivou a realizar estudos sobre o desenvolvimento de modelos de desempenho de pavimentos com base nos levantamentos efetuados.

1.2 – Objetivos

O presente trabalho tem como objetivos:

- a) desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho de pavimentos, através do estabelecimento de equações de regressão tendo por base dados históricos de avaliações da condição da malha rodoviária;
- b) comparação das equações de regressão obtidas com equações desenvolvidas por pesquisadores e órgãos rodoviários brasileiros e estrangeiros;
- c) desenvolvimento de modelos probabilísticos para previsão de desempenho de pavimentos, através do estabelecimento de matrizes de probabilidade de transição de Markov, tendo por base opiniões de especialistas;
- d) estabelecer uma sistemática para a obtenção de modelos de desempenho de pavimentos mesmo quando não se dispõe de dados históricos sobre os principais fatores intervenientes.

1.3 – Metodologia

A análise de comportamento dos pavimentos é feita em função de fatores que refletem as suas condições funcionais e estruturais, sob as solicitações do clima e tráfego. No presente trabalho, a análise do comportamento dos pavimentos é efetuada

utilizando-se uma programação fatorial que, através de análise de variância (ANOVA), permite a determinação do nível de significância de fatores pré-selecionados (variáveis independentes: tráfego, idade e estrutura do pavimento) bem como a modelagem do desempenho dos pavimentos (variáveis dependentes: irregularidade longitudinal e condição estrutural).

Para cada uma das células da matriz fatorial, que correspondem às combinações dos fatores considerados, também são desenvolvidos modelos probabilísticos a partir de avaliações realizadas por especialista (engenheiros do DER-PR). Foi desenvolvido um formulário para a obtenção de informações sobre a condição atual, previsão da evolução da condição dos pavimentos e seleção das atividades de manutenção e reabilitação, tanto para a situação atual como ao longo do tempo.

1.4 - Organização do Trabalho

O **Capítulo 1** apresenta um resumo sobre as condições gerais dos pavimentos das rodovias brasileiras, em particular no Estado do Paraná, a importância dos modelos de desempenho de pavimentos para os sistemas de gerência de pavimentos, particularmente para a seleção de atividades de manutenção e reabilitação mais adequadas à malha rodoviária dentro das limitações de recursos disponíveis.

O **Capítulo 2** apresenta uma revisão bibliográfica sobre sistemas de gerência de pavimentos, com destaque para os modelos de desempenho de pavimentos, principal objeto da pesquisa desenvolvida neste trabalho.

O **Capítulo 3** apresenta um resumo das condições ambientais e das características dos pavimentos e de tráfego da malha rodoviária do estado do Paraná, onde foi desenvolvido o estudo de caso. Descreve os procedimentos e métodos adotados para o levantamento de defeitos de superfície, para a avaliação funcional dos pavimentos (irregularidade longitudinal), para a avaliação estrutural (deflexão) e para a caracterização do tráfego e do comportamento mecânico dos materiais das camadas que compõem as seções dos pavimentos. Apresenta, ainda, um resumo das

informações disponíveis sobre o sistema de referência, a geometria das vias, os materiais e as espessuras dos pavimentos, o tráfego e outras informações que constituem a base de dados.

O **Capítulo 4** apresenta a programação fatorial desenvolvida para determinar a influência de alguns fatores no desempenho dos pavimentos e, por conseguinte, estabelecer modelos de desempenho estatísticos considerando os fatores que significativamente condicionam o desempenho dos pavimentos. Apresenta, também, o desenvolvimento de modelos probabilísticos, obtidos através de matrizes de probabilidade de transição, estabelecidas com base na avaliação da condição atual e na previsão da evolução da deterioração dos pavimentos por especialistas do DER-PR.

O **Capítulo 5** apresenta os resultados e as análises dos resultados, em forma de tabelas e gráficos dos modelos de previsão de desempenho estatísticos obtidos pela análise de regressão e dos modelos probabilísticos desenvolvidos pelo método de Markov. Finalmente, o **Capítulo 6** apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 – SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

2.1 – Definição e Considerações Gerais

O sistema rodoviário brasileiro desenvolveu-se rapidamente a partir da década de 50 e, atualmente, constitui-se em considerável receptor de investimentos devido à deterioração dos pavimentos provocada pela idade e aumento do tráfego e dos custos dos serviços de manutenção e reabilitação.

Como os recursos de manutenção e reabilitação de pavimentos sempre são insuficientes para atender às reais necessidades, torna-se necessário que os recursos sejam utilizados de forma mais eficiente possível. Para isso, as intervenções de manutenção e reabilitação devem ser planejadas, buscando-se as otimizações, o que permitirá, de forma sistemática, o estabelecimento de prioridades na aplicação dos recursos.

Os Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP) surgem como uma ferramenta capaz de auxiliar os organismos rodoviários na tomada de decisões. A gerência de pavimentos visa dar apoio aos organismos rodoviários quando da tomada de decisão sobre atividades de manutenção, reparo, reabilitação e reconstrução.

Os sistemas de gerência de pavimentos tiveram origem na década de 60, desenvolvidos a partir do conceito de desempenho de pavimentos estabelecido pela AASHO Road Test (HRB, 1962) e estudos no Canadá (CGRA, 1965). Segundo HUDSON et al. (1979), as funções básicas de um SGP são:

- a) melhorar a eficiência nas tomadas de decisão quanto à seleção e priorização de atividades de manutenção e reabilitação, fornecer informação sobre as conseqüências das decisões tomadas, facilitar a coordenação de atividades dentro da organização e assegurar a consistência das decisões tomadas em diferentes níveis de gerência dentro da mesma organização;
- b) auxiliar as autoridades rodoviárias a encontrar estratégias ótimas para a manutenção da condição do pavimento em um nível aceitável, durante um período de tempo, com um custo mínimo.

Para cumprir suas funções, a administração de uma rede viária deve fornecer respostas para questões como (PETERSON, 1987):

- O que acontecerá se nenhuma atividade de manutenção for efetuada ou se a manutenção for postergada em uma seção do pavimento?
 - O que acontecerá se a manutenção preventiva for executada?
 - O que fazer quando existe necessidade de várias seções de pavimentos se submeterem a intervenção de reabilitação, mas o recurso disponível não é suficiente para atender todas elas?
-
- O que fazer se o orçamento for diminuído?
 - O que fazer se o limite legal para cargas por eixo dos veículos pesados for aumentado?
 - O que fazer se uma seção de um pavimento apresentar problemas estruturais?

Para atingir seus objetivos, um sistema de gerência de pavimentos deve ser capaz de comparar, priorizar e alocar recursos do programa de manutenção e reabilitação para

as seções da malha viária. Deve ter a capacidade de se atualizar, de considerar estratégias alternativas, de basear as decisões em atributos quantificados (critérios e restrições orçamentárias), de utilizar a realimentação de informações e de considerar as consequências das decisões tomadas (OECD, 1987; PETERSON, 1987).

2.2 – Níveis da Gerência de Pavimentos

As atividades da gerência de pavimentos e os componentes do sistema de decisão têm sido caracterizados, administrativamente, em dois níveis: rede e projeto (Figura 2.1):

FIGURA 2.1 – Componentes de um sistema de gerência de pavimentos (HAAS et al., 1994).

2.2.1 – Gerência em Nível de Rede

A gerência de pavimentos em nível de rede trata com informações resumidas, relacionadas a toda malha viária e envolve tomada de decisões administrativas como

planejamento, programa e orçamento. Algumas das características ou aplicações de um sistema em nível de rede são (PETERSON, 1987):

- a) identificar os projetos candidatos para manutenção e reabilitação, considerando a taxa de deterioração, tipo de defeito etc.;
- b) priorizar os projetos em função de características de desempenho, tráfego, custos dos usuários e outros fatores locais;
- c) determinar as necessidades orçamentárias de curto e longo prazos dos organismos rodoviários;
- d) dar suporte às reivindicações por recursos;
- e) avaliar a condição atual do sistema e prever a condição futura em diferentes cenários de aplicação de recursos.

2.2.2 – Gerência em Nível de Projeto

A gerência de pavimentos em nível de projeto envolve o dimensionamento, construção, manutenção e reabilitação. Trabalha com informações técnicas mais detalhadas, relacionadas a seções específicas do pavimento. Exemplos de atividades da gerência de pavimentos em nível de projeto são (PETERSON, 1987):

- a) diagnóstico dos problemas de cada seção do pavimento, através de avaliações funcionais, da capacidade de suporte e do coeficiente de atrito do pneu-pavimento;
- b) quantificação dos custos das diferentes alternativas de intervenção;
- c) avaliação dos benefícios associados às melhorias da condição do pavimento e do prolongamento da vida do pavimento em serviço;

- d) objetos estruturais dos pavimentos considerando a resistência do subleito, o número de solicitações equivalente do eixo padrão, especificações de materiais, efeitos climáticos etc;
- e) projeto de reabilitação ou de reconstrução.

2.3 – Componentes Mínimos de um Sistema de Gerência de Pavimentos

Cada organismo rodoviário implanta um SGP de acordo com a sua realidade e possibilidade. O tipo de estrutura de um SGP depende fundamentalmente das características da rede rodoviária, dos recursos financeiros disponíveis, dos equipamentos e de recursos humanos capacitados e atualizados. O conhecimento sobre sistemas de gerência de pavimentos já desenvolvidos e/ou implantados permite estabelecer uma variedade de componentes básicos de um SGP. Por exemplo, HUDSON et al. (1992) propõem uma estrutura organizacional mínima de um sistema de gerência de pavimentos, como segue:

- **Inventário:** descrição e identificação da seção; classificação funcional e administrativa; característica da estrutura do pavimento; histórico, incluindo custos, tráfego, geometria e características de drenagem.
- **Avaliação da Condição atual:** pode ser obtida pela ponderação dos defeitos da superfície do pavimento, da irregularidade longitudinal, da condição estrutural e das características de atrito da superfície do pavimento.
- **Estratégias:** com base na avaliação da condição de cada seção e no conhecimento das causas de deterioração, são estabelecidas estratégias de intervenção para manter a condição de uma seção de pavimento acima de um nível mínimo pré-determinado. As estratégias consistem em um conjunto de atividades como manutenção corretiva, manutenção preventiva, reabilitação e reconstrução. Para a tomada de decisão é necessário efetuar a análise dos efeitos

de cada ação ao longo do tempo, o que permite a apreciação dos custos e benefícios presentes e futuros.

- **Necessidades:** com o custo médio das ações previstas para cada estratégia e com o volume de serviços fornecidos pelo inventário, pode-se quantificar as necessidades.
- **Prioridades:** quando os recursos não são suficientes para atender todas as necessidades, é estabelecida uma lista de prioridades.
- **Programas:** contemplam as intervenções para atender as necessidades presentes e futuras.
- **Orçamento:** estabelecido a partir da estimativa de custos e após a seleção das estratégias.

2.4 – Implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos

O primeiro e o mais importante passo é a decisão de implementar um sistema de gerência de pavimentos pelo organismo rodoviário, ou pelo menos, examinar a viabilidade de implementação das práticas de gerência de pavimentos. De fato, cada organismo rodoviário tem algum tipo de sistema de gerência. Um bom sistema de gerência de pavimentos tem de ser adaptado ao organismo rodoviário envolvido, em vista das suas diferentes necessidades, disponibilidade de recursos e estado de desenvolvimento. De acordo com RTAC (1983); OECD (1987); PETERSON (1987); HAAS et al.(1994), as principais etapas são:

- a) decisão de começar: as práticas de gerência de pavimento e a iniciativa devem partir do pessoal do nível superior da administração rodoviária. Mesmo quando a iniciativa não partir da cúpula diretiva, seu apoio é indispensável para a liberação dos recursos iniciais e aprovação das metas e objetivos. Embora pareça óbvio, deve-se ter claramente que é possível começar a implementação de um sistema de

gerência de pavimentos a qualquer momento, não sendo necessário esperar que uma situação “ideal” se desenvolva à priori;

- b) estabelecimento do grupo de trabalho: constituído de pessoas do nível superior da administração, chefes de divisão ou de setores como planejamento, desapropriação, manutenção, projeto, construção e pesquisa, cujas funções mais importantes são: identificar as necessidades e desenvolver um programa para a implementação da gerência; estabelecer diretrizes para reciclagem do pessoal de vários níveis e função e nos conceitos de pesquisa de pavimentos e de métodos; recomendar procedimentos para a seleção de alternativas de investimentos e projetos; estabelecer um procedimento para acompanhamento e a implementação do sistema para garantir o cumprimento do cronograma;
- c) análise da estrutura administrativa existente, visando estabelecer estratégias capazes de garantir a coerência do sistema de gerência. É essencial conhecer a estrutura organizacional e as funções de cada divisão, bem como os métodos e procedimentos praticados e os fluxos de informação;
- d) identificação das deficiências institucionais (falta de comunicação, falta de coordenação nas decisões dos diferentes níveis de gerência), técnica (métodos, equipamentos ou procedimentos inadequados, falta de pessoas com experiência em gerência de pavimentos, insuficiência de dados, inconsistência dos processos adotados, como por exemplo, procedimentos de análise sofisticados, mas com dados inadequados ou insuficientes), financeira (falta de recursos, incertezas na disponibilidade de recursos) e político (expectativas não realísticas);
- e) estabelecimento de uma divisão para o grupo de trabalho, inclusive com espaço físico próprio;
- f) elaboração do plano de trabalho: é mais indicada a implementação por estágios, sendo que para cada etapa devem ser definidos: produtos previstos, treinamento de pessoal, atualização de documentos (manuais, relatórios, especificações) e

definição de procedimentos para a seleção de programas em nível de rede (programa de priorização e consideração de restrições orçamentárias) e de projetos individuais (seleção final da melhor estratégia para cada projeto). Nessa fase conta-se, geralmente, com a assistência de uma equipe de consultores externos (voltados às etapas de curto e médio prazo) e de pesquisadores (voltados às etapas de médio e longo prazo). É nessa fase que se inicia, também, o treinamento do pessoal de operação do sistema;

- g) operação de rotina do sistema: o tempo entre o início da implementação e a operação de rotina pode variar entre um e dez anos. Normalmente, o estágio operacional é alcançado com 24 a 35 meses (HAAS, HUDSON e ZANIEWSKI, 1994). Os relatórios da operação de rotina incluem: resumos orçamentários anuais, resumos das necessidades, listas de otimização etc.;
- h) monitorização do sistema e realimentação: os melhoramentos periódicos decorrentes da monitorização das práticas existentes, são facilitados quando o sistema é projetado de forma modular e seus componentes podem ser alterados mais facilmente. Para a realimentação contínua e criteriosa do sistema é de interesse uma visão externa à organização, proporcionada pelos consultores e pesquisadores, que podem, ainda, ajudar na documentação das alterações.

2.5 – Levantamento da Condição dos Pavimentos

As principais etapas do processo do inventário incluem a definição das seções de pavimento (com descrição e referência), a seleção das variáveis ou dados que constituirão o inventário e o cadastro das informações em um banco de dados (HAAS et al., 1994).

2.5.1 – Identificação das Seções

A primeira etapa na implementação de um sistema de gerência de pavimentos é a identificação e a definição da rede, que, por sua vez, deve ser dividida em seções e

representada em um sistema de referenciamento. O sistema de referenciamento de uma rede rodoviária é fundamental para a coleta e manipulação de dados em um sistema de gerência de pavimentos.

Em uma malha rodoviária, a condição do pavimento pode variar substancialmente ao longo de sua extensão. Portanto, é desejável que ela seja dividida em função de características físicas e de condição. São utilizados dois procedimentos:

a) Divisão de Seções com Extensão Fixa

Divide o pavimento em segmentos curtos, que constituem seções de coleta de dados de extensão uniforme. Geralmente, as seções de levantamento das condições do pavimento são definidas a intervalos fixos de 200 metros. Essas seções podem ser combinadas conforme os níveis de deterioração observados.

As vantagens do método incluem: facilidade de implementação para as equipes de campo; permite a combinação de seções de extensão fixa, o que possibilita o agrupamento de seções para definir a intervenção mais adequada. A desvantagem é a possibilidade de mudanças nas características estruturais do pavimento na extensão da seção.

b) Divisão em Seções Homogêneas

É a seção de extensão variável, que apresenta características similares quanto ao tipo de estrutura, condição da superfície e tráfego. Esse método foi utilizado no sistema de gerência PAVER, desenvolvido pelo *United States Army Corps of Engineers* (SHAHIN e KOHN, 1979). As características comuns do pavimento são definidas em unidades homogêneas, denominadas como segmentos ou seções homogêneas. É o método mais utilizado em sistema de gerência de pavimentos para determinação e avaliação de estratégias de manutenção e reabilitação em nível de rede ou em nível de projeto.

Normalmente, as seções são definidas em função de parâmetros que afetam a deterioração dos pavimentos, tais como: mudança dos níveis de tráfego; mudança no número de faixas de tráfego; mudança do tipo do pavimento; mudança de características do subleito; mudanças da estrutura do pavimento em termos de espessura e materiais; mudanças das características de drenagem; limites do contrato original de construção ou de reabilitação; limites de municípios; cruzamentos com ferrovias; interseções etc. O comprimento da seção varia de algumas centenas de metros a quilômetros.

A grande vantagem do método de seções homogêneas é a facilidade de análise de dados obtidos. A dificuldade desse procedimento está na identificação dos limites das seções do pavimento pelo pessoal envolvido no processo de levantamento de dados. Além disso, pode ocorrer, no futuro, a necessidade de subdividir as seções, se o projeto de reabilitação mudar as características estruturais do pavimento.

A estrutura da base de dados para fins de gerência de pavimentos e as fases subsequentes (reunião e análise de dados) são diretamente afetadas pela definição das seções do pavimento. Portanto, é extremamente importante que o método selecionado seja funcional, consistente e atualizável. A divisão de seções homogêneas normalmente é feita através do uso de processo visual ou analítico, a partir da organização dos dados em planilhas e/ou gráfico.

No processo visual, as seções são delimitadas de forma subjetiva através de análise de sequência de dados plotados num gráfico. O gráfico é obtido plotando-se os dados coletados em folhas quadriculadas, onde as ordenadas e as abcissas correspondem, respectivamente, aos valores dos parâmetros selecionados e às distâncias (estaqueamentos ou a quilometragem) dos pontos de coleta. A sobreposição de gráficos permite ao engenheiro identificar as seções que apresentam comportamentos similares ao longo da rodovia.

O método analítico mais empregado é o das diferenças acumuladas, conforme apresentado no *AASHTO Guide for Design of Pavements Structures* (AASHTO,

1986), que consiste na aplicação dos seguintes passos: calcula-se o valor médio do parâmetro analisado para a rodovia em questão; calcula-se a diferença entre o valor pontual e o valor médio; calculam-se os valores acumulados das diferenças obtidas; plota-se um gráfico onde as ordenadas são os valores acumulados das diferenças e as abscissas as distâncias correspondentes. A variação do coeficiente angular da curva obtida indica uma mudança do comportamento médio de uma seção para outra, definindo numericamente as extremidades das seções homogêneas.

No Brasil, o procedimento utilizado para determinação de seções homogêneas é apresentado na Especificação de Serviço DNER-ES 128/83 (DNER, 1983), que define o procedimento a ser utilizado nos levantamentos de condição de superfície de segmentos-testemunha de seções homogêneas selecionados para gerência de pavimentos em nível de rede.

A divisão em seções homogêneas é feita visualmente, em função das condições da superfície, devendo apresentar extensões mínimas de 300 m e máxima de 20 km. Em seguida, devem ser identificados três segmentos-testemunha com 100 m de extensão, localizados no início, meio e fim de cada seção homogênea.

Outros procedimentos de delimitação de seções utilizados no Brasil encontram-se inseridos em métodos para projetos de reabilitação de pavimentos flexíveis. Os métodos são: DNER-PRO 10/79 (DNER, 1979 a); DNER-PRO 11/79 (DNER, 1979 b); DNER-PRO 159/85 (DNER, 1985); DNER/DYNATEST (DNER/DYNATEST, 1993); DNER-PRO 269/94a (DNER, 1994).

2.5.2 – Informações do Inventário

O inventário de cada seção deve conter as seguintes informações essenciais:

- identificação da rodovia através do nome ou número;
- classificação funcional ou administrativa;

- estrutura do pavimento: tipos, espessuras e materiais das camadas e número de recapeamentos;
- histórico da construção: data da construção, dados sobre controle de qualidade dos materiais e de serviços de execução das camadas, data e tipo das atividades de manutenção e reabilitação realizadas;
- geometria: número de faixas, largura do pavimento, largura e tipo de acostamentos, largura do canteiro central, declividade transversal do pavimento, declividades longitudinais e raios de curvaturas;
- custos: custos de construção, manutenção e reabilitação e custos dos usuários;
- tráfego: volume de tráfego, taxa de crescimento, porcentagem de caminhões, cargas por eixo;
- clima: temperatura e pluviosidade;
- drenagem: dados que caracterizam uma drenagem adequada em termos de porosidade ou permeabilidade ou considerada de forma subjetiva: boa, regular ou ruim;
- largura da faixa de domínio, localização e estado de conservação da sinalização, meio-fios e suas dimensões etc.

A maioria das informações requeridas no inventário da malha rodoviária pavimentada deve estar disponível em registros históricos do organismo rodoviário. Começando pelos dados obtidos dos projetos de pavimentos, tais como a extensão e a largura da seção, os tipos de materiais e as espessuras das camadas, características do subleito e a data da construção. Tipos das sucessivas camadas de reabilitação e as datas de execução são obtidos de projetos de reabilitação. Em casos onde o histórico da construção não se encontra disponível, podem ser executados furos de sondagem

ou trincheiras para que sejam efetuadas medidas das espessuras das camadas e descrição dos materiais constituintes do pavimento e do subleito.

2.5.3 – Formas de Avaliação da Condição dos Pavimentos

A avaliação envolve quatro formas básicas que caracterizam ou definem as condições do pavimento:

- avaliação funcional (irregularidade longitudinal da superfície);
- avaliação estrutural (deflexão superficial);
- levantamento de defeitos no campo (tipo, severidade e extensão);
- avaliação de aderência (coeficiente de atrito pneu-pavimento).

2.5.4 – Avaliação da Irregularidade Longitudinal de Superfície do Pavimento

Estudos realizados por CAREY e IRICK (1960), durante o *AASHO Road Test* mostraram que a irregularidade longitudinal é a variável mais adequada para a estimativa da condição funcional da superfície do pavimento e a que melhor se correlaciona com a qualidade de rolamento. É, portanto, a variável que mais influencia os custos de operação dos veículos, produz impactos sobre a segurança, o conforto e a velocidade dos veículos.

A *American Society for Testing and Materials* define a irregularidade longitudinal como sendo o "desvio de uma superfície de pavimento em relação a uma superfície plana, cuja magnitude é capaz de afetar a dinâmica dos veículos, a qualidade do rolamento, as cargas dinâmicas sobre a via e a drenagem" (ASTM E867-82A, 1982).

As distorções são causadas durante o processo construtivo ou podem ocorrer posteriormente, pelo surgimento de trincas, desgaste e deformação permanente. O

aumento da irregularidade com o tempo depende da qualidade da estrutura, das solicitações do tráfego e de fatores ambientais.

O tráfego provoca deformações permanentes no pavimento por consolidação ou cisalhamento (fluência plástica), em decorrência de falha estrutural (espessuras insuficientes e/ou material inadequado), por falhas de projeto de dosagem da mistura betuminosa (falta de estabilidade, uso de agregados arredondados e excesso de ligante betuminoso) ou por falhas construtivas (compactação inadequada).

Os fatores ambientais contribuem para o aparecimento de irregularidade da seguinte maneira: a água enfraquece a ligação entre o ligante betuminoso e o agregado e, junto com o tráfego, acelera o processo de desagregação do revestimento asfáltico; a elevada temperatura na superfície do pavimento reduz a viscosidade do ligante betuminoso e, conseqüentemente, proporciona a ocorrência de deformações plásticas do revestimento; baixas temperaturas podem provocar trincas de contração, as quais facilitam a penetração da água, promovendo a redução de suporte das camadas inferiores e do subleito do pavimento.

As distorções da superfície afetam a dinâmica dos veículos em movimento que, por sua vez, influencia os custos de operação dos veículos pelo aumento do seu desgaste, tempo de viagem e manutenção. Elas provocam a aceleração vertical e lateral do veículo, responsáveis pelos deslocamentos vertical e lateral, respectivamente. O deslocamento vertical, gerado pelas distorções longitudinais do perfil do pavimento, é o principal fator de desconforto do usuário. O deslocamento lateral é provocado pelas curvas horizontais e pelas diferenças das elevações transversais do pavimento. Estes deslocamentos também são responsáveis pelo aumento da ação das cargas dinâmicas dos veículos sobre a superfície do pavimento, que acelera a deterioração da sua estrutura (HAAS et al., 1994).

A irregularidade tem efeitos na drenagem da superfície do pavimento, na medida em

que propicia a formação de lâmina d'água que afeta a estabilidade do veículo pela diminuição de aderência pneu/pavimento, comprometendo a segurança do usuário e o desempenho da rodovia.

A irregularidade influencia a segurança do veículo, quando a aceleração e forças verticais produzem cargas dinâmicas que são transmitidas sobre os pneus, deformando-os totalmente, como se fosse uma mola comprimida, ou causando grandes forças diferenciais sobre o veículo, diminuindo sensivelmente o desenvolvimento das forças de atrito entre pneu e o pavimento, podendo causar o descontrole do veículo.

2.5.4.1 – Equipamentos de Medição da Irregularidade

O perfil longitudinal do pavimento pode ser medido no campo e avaliado ou sumarizado através de um computador, ou pode ser processado por meio de um equipamento mecânico do tipo resposta. Medidas de perfil do pavimento podem ser realizadas de maneira contínua ou em pequenos intervalos para capturar a influência das distorções da superfície do pavimento na qualidade do conforto (HAAS et al., 1994).

Equipamentos medidores de superfície de pavimentos trabalham com a combinação de três elementos essenciais na obtenção do perfil longitudinal ao longo das trilhas de roda. São eles: uma elevação de referência; uma altura relativa à referência; distância longitudinal.

Os equipamentos ou processos de medidas da irregularidade longitudinal de pavimentos podem ser classificados em (SAYERS et al., 1986a; FHWA, 1987):

a) Sistemas de Medidas Diretas do Perfil

Utilizam equipamentos operados manualmente, que medem, de forma direta e com acurácia, a geometria do perfil longitudinal do pavimento em cada uma das trilhas de

roda. O espaçamento para as medidas dos pontos deve ser igual ou inferior a 500 mm (pequenos comprimentos de ondas) e o máximo erro admissível é de 1,5 % (15 mm/1000 m). Como exemplos têm-se: nível e mira; viga do TRRL, *Dipstick*; perfilógrafos California e Rainhart.

b) Sistemas de Medidas Indiretas do Perfil

Conhecidos como perfilômetros inerciais, são sistemas que utilizam equipamentos dinâmicos de alta velocidade e que empregam uma variedade de métodos para produzir dados do perfil longitudinal do pavimento. Medem ondas de pequeno comprimento, inferior ou igual a 600 mm, com erro máximo de 5 %. O perfilômetro inercial requer quatro componentes básicos (WOODSTROM, 1990; HAAS et al., 1994): aparelho para medir a distância entre o veículo e a superfície do pavimento (transdutor); aparelho de referência inercial para compensar o movimento vertical do veículo (acelerômetro); odômetro para a localização do veículo na seção do pavimento; microcomputador para registrar e analisar os dados.

O acelerômetro, mecânico ou eletrônico, montado no chassi, tem a finalidade de medir a aceleração vertical do veículo durante o percurso na seção da rodovia. Integra-se duas vezes a aceleração vertical para quantificar os deslocamentos verticais da massa do veículo. Alguns perfilômetros registram o perfil real da superfície do pavimento, enquanto que outros processam os dados no computador e apenas registram o sumário estatístico da irregularidade. Exemplos de perfilômetros inerciais são: perfilômetro dinâmico de superfície-GMR; perfilômetro K. J. Law; Analisador do Perfil Longitudinal-APL; perfilômetro da Dakota do Sul; MERLIN do TRRL.

c) Sistemas de Medidas de Irregularidade do Tipo Resposta (SMITR)

Empregam equipamentos transdutores, conector e contadores, que determinam, acumulativamente, os deslocamentos verticais entre o centro do eixo traseiro e o chassi do veículo de passeio (ou reboque de um eixo), em reação às irregularidades

da superfície do pavimento. O conjunto transdutor e contador (Figura 2.2) é conhecido por diferentes nomes: Mays Meters (Rainhart Co.), Bump Integrators (TRRL), Cox Meters (James Cox Co.), PCA Meters e outros.

FIGURA 2.2 – Esquema do equipamento do tipo resposta.

A função dos medidores de irregularidade do tipo resposta é processar as informações sobre os movimentos verticais entre o eixo e o chassi do veículo e reduzi-las a um simples sumário estatístico, isto é, um número que descreve a irregularidade do pavimento. O somatório dos valores absolutos dos deslocamentos verticais (em ambas as direções), dividido pela distância percorrida durante a avaliação da irregularidade da rodovia, resulta em uma medida da irregularidade. A sua unidade é dada, normalmente, em polegada/milha ou mm/km. O máximo erro associado é de 10%.

Os SMITR são largamente utilizados pelos organismos rodoviários em razão de vantagens como: baixo custo de aquisição e operação; velocidade de operação próxima à velocidade do tráfego; obtenção dos dados de irregularidade em termos de levantamento global; fácil operação; boa reprodutibilidade das medidas.

Entre as desvantagens, destacam-se a necessidade de freqüentes calibrações e adequada manutenção, por serem equipamentos afetados por fatores como a velocidade do veículo, desgaste dos componentes da suspensão, desgaste e variação de pressão do pneu e alteração na carga transportada.

Conforme HAAS et al. (1994), existem sistemas de medidores mecânicos de deslocamentos entre o chassi e o eixo do veículo e sistemas de medidores de resposta do veículo à irregularidade por meio de acelerômetro. Exemplos do primeiro tipo são: rugosímetro BPR, o rugosímetro PCA, o Maysmeter, o "Bump Integrator" do TRRL e o Integrador IPR/USP.

O medidor do tipo resposta é instalado em um veículo de passeio médio e fornece a somatória dos valores absolutos dos deslocamentos verticais do eixo em relação ao chassi. As medições são feitas nas velocidades padronizadas normalmente 30, 50 e 80 km/h. O procedimento DNER-PRO 182/94 (DNER, 1994b) normaliza o emprego de sistemas integradores IPR/USP para medidas de irregularidade de pavimentos.

2.5.4.2 – Escala de Medição da Irregularidade

A irregularidade pode ser medida em diversas escalas, que dependem diretamente do equipamento utilizado para a avaliação da superfície do pavimento. Se o equipamento mede o perfil longitudinal, então é necessário que se reduza os dados obtidos a um sumário estatístico. Se, do outro lado, mede a resposta do veículo à irregularidade do pavimento, é necessário que se correlacione as medidas obtidas a uma escala comum, para que possam ser comparadas às medidas efetuadas por diferentes equipamentos, de modo a propiciar uma consistente e estável medida de irregularidade.

De acordo com HUDSON (1985), os três tipos de sumário estatístico mais recomendados são:

a) Simulação de Quarto-de-Carro (SQC)

O modelo de simulação de quarto-de-carro consiste de um sistema formado por uma massa do chassi (suspensa), um amortecedor e uma mola (massa do sistema de suspensão) e uma roda, que tem comportamento reológico de uma mola (Figura 2.3).

FIGURA 2,3 – Modelo de Quarto-de-Carro (GILLISPIE et al., 1980).

O modelo de quarto-de-carro pode ser descrito matematicamente através de duas equações diferenciais de segunda ordem. Como o equipamento do tipo resposta mede os deslocamentos entre o chassi e o eixo do veículo, deve-se calcular a diferença das elevações entre o chassi e o eixo em resposta ao perfil do pavimento, na direção do movimento do veículo. Isto é feito pela integração das diferenças nas velocidades entre as massas suspensas e não suspensa, produzindo a estatística de quarto-de-carro.

b) Aceleração Vertical Média Quadrática (AV)

Proposta por McKENZIE & SRINARAWAT (1978), a aceleração vertical média quadrática (AV) pode ser definida como a diferença média quadrática entre inclinações adjacentes do perfil longitudinal, onde cada inclinação é a relação entre a variação das ordenadas e o intervalo da amostragem, denominado comprimento-base.

Os dados do levantamento do perfil longitudinal obtidos através de equipamento do tipo resposta são tratados estatisticamente. GILLESPIE et al. (1980) desenvolveram uma metodologia de calibração em que a escala de medida de irregularidade é baseada na simulação de um *quarto-de-carro* para um perfil longitudinal medido por um perfilômetro. QUEIROZ (1981) desenvolveu um procedimento similar a partir de perfis medidos com nível e mira, em que a escala é o Quociente de Irregularidade (QI), dado em contagens/km. Os dados levantados através de nível e mira permitem calcular um sumário estatístico da seção, a aceleração vertical média quadrática (AV), que quantifica a irregularidade da superfície do pavimento. O valor de QI é obtido em função de AV_b , cuja equação foi conseguida quando da PICR- (Pesquisa de Interrelacionamento dos Custos Rodoviários - GEIPOT, 1981):

$$QI = -8,54 + 6,17AV_{1,0} + 19,38AV_{2,5} \quad (2.1)$$

onde:

QI: quociente de irregularidade, em contagens/km;

$AV_{1,0}$: aceleração vertical média quadrática com comprimento de base (b) igual a 1,0 m;

$AV_{2,5}$: aceleração vertical média quadrática com comprimento de base (b) igual a 2,5 m.

A calibração é obtida através da correlação entre os sumários estatísticos de cada seção analisada e as respectivas leituras fornecidas pelo equipamento. A equação de ajustamento é aceitável quando o coeficiente de determinação é igual ou superior a 0,8.

Em 1982, foi realizado no Brasil o *International Road Roughness Experiment* (IRRE), por iniciativa do Banco Mundial, para estabelecer correlação e um padrão de calibração para medidas de irregularidade (SAYERS; GILLESPIE; QUEIROZ, 1986) obtidas com equipamentos do tipo resposta. Em 1986, foi estabelecido o IRI (*International Roughness Index*) ou Índice Internacional de Irregularidade, com base nos resultados do IRRE. O IRI é definido matematicamente a partir de um perfil obtido com nível e mira, visando simular os movimentos verticais induzidos a uma roda (modelo quarto-de-carro) sob velocidade de 80 km/h.

Os valores típicos de IRI são (SAYERS; GILLESPIE; PATERSON, 1986):

- $1,5 \leq \text{IRI} \leq 2,5$ m/km: pavimentos em excelente condição;
- $\text{IRI} > 12$ m/km: pavimentos em péssimas condições.

SAYERS et al.(1986b) estabelecem uma relação aproximada entre IRI e QI:

$$\text{IRI} = \frac{\text{QI}}{13} \quad (2.2)$$

A condição do pavimento em função do QI pode ser considerada da seguinte maneira (PATERSON, 1987):

- $15 < \text{QI} < 30$: excelente;
- $30 \leq \text{QI} < 45$: boa;
- $45 \leq \text{QI} < 60$: regular;
- $60 \leq \text{QI} < 75$: má;
- $75 \leq \text{QI}$: péssima.

c) Variância da Declinação Longitudinal (SV)

A variância da declividade longitudinal (*Slope Variance – SV*) foi utilizada quando do AASHO Road Test (HRB, 1962), na tentativa de correlacionar o PSI (*Present Serviceability Index*) com medidas de variância da declividade longitudinal do pavimento, feitas com o perfilômetro CHLOE. O principal problema no uso da SV é a determinação da declividade longitudinal do pavimento, pois técnicas modernas de medidas de perfil longitudinal normalmente utilizam espaçamento fixo, diferente daquele obtido com perfilômetro CHLOE.

2.5.5 – Avaliação da Capacidade Estrutural

A avaliação da capacidade estrutural de um pavimento tem por objetivo estudar a sua adequação ou capacidade de resistir aos efeitos de deterioração produzidos pelas cargas do tráfego. Em nível de projeto, o levantamento da condição estrutural dos pavimentos deve fornecer informações mais detalhadas sobre a sua capacidade estrutural e o grau de deterioração para permitir a seleção e dimensionamento de alternativas de reabilitação ou reconstrução mais adequada para as seções priorizadas. Este procedimento raramente se aplica em nível de rede, face aos elevados custos de avaliação. Os procedimentos utilizados para a avaliação estrutural dos pavimentos podem ser:

2.5.5.1 – Procedimentos Destrutivos

Os procedimentos destrutivos consistem na coleta de amostras deformadas ou indeformadas *in situ* para a inspeção visual e ensaios de laboratório, para obter informações de cada camada do pavimento e do subleito: espessuras e o tipo de material constituinte; teor de umidade; capacidade de suporte (CBR); módulo de resiliência; resistência à tração ou compressão; comportamento à fadiga; deformações permanentes sob cargas repetidas.

2.5.5.2 – Procedimentos Não Destrutivos

Envolvem as medidas de deflexões recuperáveis na superfície do pavimento, efetuada por meio de equipamentos denominados deflectômetros. A deflexão recuperável representa a resposta das camadas do pavimento e do subleito quando submetido à carga do equipamento defletométrico. Este carregamento gera tensões e deformações provocando flexão nas camadas, cuja repetição é responsável pelo fenômeno de fadiga das camadas asfálticas e cimentadas.

A deflexão superficial sob o ponto de aplicação da carga depende das características do conjunto de todo o pavimento, ao passo que a deflexão mais distante do centro de aplicação da carga é influenciada somente pelas características do subleito, as deflexões intermediárias são influenciadas, sobretudo, pelas características das camadas de base e sub-base.

As deflexões recuperáveis representam um indicativo do comportamento elástico da estrutura do pavimento sob um carregamento conhecido, mas a magnitude da deflexão máxima não é suficiente para caracterizar a condição estrutural do pavimento, pois estruturas de pavimentos distintos podem apresentar a mesma deflexão máxima. Normalmente, os pavimentos em boas condições estruturais apresentam deflexões mais baixas.

A partir da bacia de deformação (ou bacia de deflexão) é possível estimar os parâmetros de deformabilidade elástica de cada camada do pavimento e do próprio subleito, por meio de técnicas de retroanálise. As deflexões recuperáveis são influenciadas pela umidade existente nas camadas e no subleito e pela temperatura, que com a sua elevação diminui o módulo resiliente da capa asfáltica e provoca deformações nas placas de concreto. De acordo com MOTTA e MEDINA (1986), o módulo de resiliência de um concreto asfáltico pode diminuir em até 9 vezes se a temperatura for aumentada em pouco mais de duas vezes. Deve-se registrar as temperaturas do ar e do pavimento no momento da execução do ensaio para efeito de ajustes das deflexões levantadas numa determinada temperatura padrão.

O manual da AASHTO (1993), por exemplo, determina que as deflexões sejam ajustadas para uma temperatura padrão de 21° C, em projetos de reabilitação de pavimentos flexíveis. Entretanto, o revestimento asfáltico contribui em muito pouco na deflexão total do pavimento, não obstante a variação substancial do módulo de resiliência do revestimento asfáltico com a temperatura (MOTTA & MEDINA, 1986).

Em regiões de clima subtropical e tropical, a umidade de equilíbrio do subleito é, geralmente, inferior à umidade ótima. Nesses casos, o subleito tem pequena contribuição na deflexão total do pavimento (MOTTA & MEDINA, 1986; MOTTA & CERATTI, 1986).

A determinação dos módulos de elasticidade das camadas de um pavimento, por meio de levantamento deflectométrico, não só avalia a condição estrutural de cada camada, mas também permite uma previsão confiável das respostas da estrutura submetida às cargas do tráfego, na forma de tensões e deformações. Estas respostas é que formam a base para previsões de desempenho através de modelos do tipo empírico-mecanísticos.

2.5.5.3 – Classificação dos Equipamentos Deflectométricos

Segundo LYTTON e SMITH (1985), os equipamentos utilizados para medidas de deflexão do pavimento são classificados em:

a) Estáticos e Quase-Estáticos

Medem deflexões sob carregamento estático ou sob deslocamento muito baixo, variando de 1,6 a 18 km/h. Incluem o ensaio de placa, a viga Benkelman, a viga Benkelman automatizada, o deflectógrafo Lacroix, entre outros. A viga Benkelman (Figura 2.4), que é o equipamento mais utilizado no mundo, tem sido utilizada para pesquisa, avaliação e projeto de reforço estrutural de pavimentos flexíveis.

D_0 : deflexão máxima no ponto de prova, em centésimos de milímetros;

L_0 e L_f : leituras inicial e final, em centésimos de milímetros;

$F = a/b$: constante da viga, onde a e b são, respectivamente, dimensões do braço maior e menor, em centímetros.

Para determinar a bacia de deformação, há necessidade de afastar o caminhão a cada 25 cm a partir do ponto de prova do pavimento, fazendo-se leituras intermediárias.

No Brasil, a viga Benkelman é utilizada rotineiramente há mais de 30 anos e o seu uso é normalizado pelos métodos de ensaio DNER-ME 24/94–*Determinação das linhas de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da viga Benkelman* (DNER, 1994c; DNER, 1994b) e pelo procedimento DNER-PRO 175/94–*Aferição de viga Benkelman* (DNER, 1994d).

A viga Benkelman é um equipamento versátil, de baixo custo de aquisição e manutenção, simples de ser operado, calibrado e transportado. Contudo, o ensaio é demorado, trabalhoso e necessita de controle de tráfego durante a sua operação. Além disso, há de se considerar os custos de mobilização do caminhão carregado e o pessoal envolvido na operação e obtenção de dados.

A viga Benkelman automatizada é um equipamento que opera com os mesmos princípios que a viga Benkelman e foi desenvolvida para aumentar a velocidade de medidas de deflexões. A viga é montada sob o veículo carregado e, uma vez posicionada, registra automaticamente as deflexões a partir do ponto inicial do ensaio, à medida que o veículo se desloca na seção do pavimento.

b) Dinâmicos Vibratórios

São equipamentos que aplicam cargas verticais dinâmicas geradas por um vibrador, de forma senoidal e numa frequência conhecida. As deflexões são medidas em vários pontos do pavimento através de geofones (sensores sísmicos). São incluídos neste grupo os equipamentos: Dynaflect; Road Rater e WES-16 (*U. S. Army Corps of Engineers*). O Dynaflect foi retirado do mercado, uma vez que aplicava cargas muito

baixas ao pavimento, não chegando a atingir os níveis de deformação que as cargas do tráfego produzem.

c) Dinâmicos de Impulso

São equipamentos que medem a deflexão a partir de um carregamento dinâmico de impacto ou de impulso, chamados *Falling Weight Deflectometer* – FWD (Figura 2.5).

FIGURA 2.5 – Ensaio com defletoômetro de impacto (FWD): bacia de deflexão e índices de curvatura do revestimento (ICR) e da base (ICB) (ULLIDTZ & STUBSTAD, 1985).

Esses equipamentos utilizam um peso que é elevado a uma altura conhecida num sistema guia. Em seguida, o peso é liberado e cai livremente até atingir uma placa apoiada na superfície do pavimento. O impacto gera, através da placa, forças de impulso à estrutura do pavimento, força esta que pode ser variada, pela combinação do conjunto de peso e/ou altura de queda, por meio de um processo de tentativa e erro para a resposta adequada do pavimento. As deflexões, inclusive a deflexão máxima, são registradas por um conjunto de sensores, dispostos longitudinalmente a partir do centro de aplicação da carga. São indicados para medir deflexões em quaisquer tipos de pavimentos.

O FWD gera uma força impulsiva transiente compatível com o pulso gerado pela carga do tráfego. São equipamentos capazes de registrar deflexões com a precisão de 2 μm , podendo fornecer com acurácia as bacias de deformação. Permitem variar a magnitude do carregamento e a área de contato da carga distribuída à superfície do pavimento para melhor simular as cargas transientes do tráfego. É equipamento mais indicado para avaliação da condição estrutural de qualquer tipo de pavimento por possuir excelente repetibilidade de leituras e aquisição de dados de forma totalmente automatizada como carga aplicada, deflexões, temperatura do ar e distância percorrida. Estão disponíveis comercialmente os tipos: FWD Dynatest, KUAB (versão sueca); Nagaoka KUAB (versão japonesa); Phoenix.

As vantagens de um equipamento FWD, incluem:

- medem deflexões similares às deflexões provocadas por uma roda de um veículo em movimento;
- permitem variar com rapidez a carga aplicada e avaliar a não-linearidade no comportamento tensão-deformação das camadas do pavimento;
- acurácia e repetibilidade das medidas de cargas e deflexões, em qualquer tipo de estrutura de pavimento;
- medição e registro automático das temperaturas do ar e da superfície do pavimento e da distância percorrida entre os pontos do ensaio;
- redução da necessidade de coleta de amostras para ensaios em laboratório.

Segundo LYTTON & SMITH (1985), a medida das deflexões é sensivelmente afetada pelo modo de carregamento utilizado e as deflexões produzidas pelo FWD são similares às respostas do pavimento quando submetido a cargas de veículos em movimento.

THOLEN et al. (1985) concluíram que o FWD com sistema de duas massas, gera forma de pulsos de cargas mais suave, similar àquela produzida pela carga do tráfego, e as medidas das deflexões são reproduzíveis, enquanto que o FWD de sistema de uma massa não simula com precisão a carga transiente do tráfego.

2.5.6 – Levantamento de Defeitos na Superfície do Pavimento

O levantamento de defeitos é utilizado para avaliar e monitorar a condição do pavimento com o tempo. Fornece informações necessárias para caracterizar a condição da superfície do pavimento e estabelecer as causas da deterioração (GRIVAS et al., 1991).

Os defeitos representam alguma manifestação indesejável de danos ocorridos na superfície do pavimento, capaz de afetar a serventia, a capacidade estrutural ou a estética do pavimento.

A finalidade do levantamento de defeitos é identificar e quantificar, em termos de severidade e extensão, cada tipo de defeito. As informações sobre a causa ou causas prováveis, a evolução e localização dos defeitos constituem elementos essenciais para caracterizar cada ocorrência de defeito e compreender as origens que provocam a deterioração do pavimento, que são de grande importância para a seleção de estratégias de intervenção e definição de atividades de manutenção e reabilitação (BALADI et al., 1992).

A análise de série histórica de dados de levantamento de defeitos de uma malha rodoviária, submetida a diferentes cargas de tráfego, permite o desenvolvimento de modelos de previsão da deterioração dos pavimentos.

2.5.6.1 – Manuais sobre Defeitos Observados em Pavimentos Flexíveis

O desenvolvimento e implementação de um procedimento ou método de levantamento de defeitos requer uma clara definição e identificação dos tipos de

defeitos. Diversos manuais foram desenvolvidos com o objetivo de estabelecer e uniformizar a nomenclatura, as definições, os conceitos e os métodos de levantamentos dos principais tipos de defeitos observados nos pavimentos. Normalmente, estes procedimentos variam a partir de medidas muito detalhadas, baseados em manifestações de defeitos locais e mapeamento de tipos específicos de defeitos que avaliam as condições globais do pavimento baseado em critérios de engenharia. Portanto, os levantamentos de defeitos devem fornecer informações sobre o tipo (descrição), severidade e extensão ou densidade para identificar cada um dos defeitos.

Severidade é o grau de deterioração associado aos vários tipos de defeitos, geralmente classificados em níveis (baixo, médio e alto) e os termos extensão ou densidade referem-se à frequência de ocorrência ou área relativa da superfície do pavimento afetada por cada combinação do tipo de defeitos e severidade. Exemplos de manuais de levantamento de defeitos existentes:

a) Catálogo dos Defeitos dos Revestimentos dos Pavimentos (ARB, 1978):

- 64 tipos de defeitos, sendo 32 para pavimentos flexíveis;
- descrição e causas prováveis de ocorrência de defeitos.

b) AASHTO – Apêndice K: Defeitos Típicos (AASHTO, 1986):

- 17 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis;
- descrição, nível de severidade e métodos de medição para cada tipo de defeito.

c) Manual do Ministry of Transportation and Communication of Ontario (CHONG et al., 1989):

- 5 tipos de defeitos para pavimentos flexíveis e 6 tipos para pavimentos rígidos;
- descrição, nível de severidade (com fotos) e extensão dos defeitos, sendo esta dividida em 5 categorias, varia de inferior a 10 % até superior a 80 %.

d) PAVER—*U. S. Army Corps of Engineers* (SHAHIN e KHON, 1979; SHAHIN e WALTHER, 1990):

- 19 tipos de defeitos para pavimentos asfálticos e 19 tipos de defeitos para pavimentos rígidos;
- descrição, três níveis de severidade (com fotos) e densidade de defeitos;
- avaliação dos defeitos é feita por amostragem, com base em erros admissíveis e na variabilidade de defeitos observados;
- o levantamento é feito manualmente, por caminharmento, e os defeitos são registrados numa planilha;
- a partir dos dados de defeitos da superfície do pavimento é calculado o ICP (Índice de Condição do Pavimento).

e) Manual para Identificação de Defeitos – M.I.D (DOMINGUES, 1993):

- descrição, mecanismo de ocorrência, localização, classe funcional ou estrutural, três níveis de severidade (com fotos) e métodos de medição.

f) Manual do Programa Estratégico de Pesquisas Rodoviárias—*Strategic Highway Research Program* (SHRP, 1993):

- 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis:
 - trincas por fadiga do revestimento;
 - trincas em bloco;
 - trincas laterais;
 - trincas longitudinais;
 - trincas por reflexão;
 - trincas transversais;
 - remendos;
 - panelas;
 - deformação permanente;
 - corrugação;
 - exsudação;
 - agregados polidos;

- desgaste;
- desnível entre pista e acostamento
- bombeamento;
- descrição, nível de severidade (com fotos) e método para medição de cada tipo de defeito.

2.5.6.2 – Métodos de Levantamento de Defeitos

O levantamento de defeitos pode ser feito por caminhamento em seções selecionadas por amostragem ou no interior de um veículo trafegando, geralmente, a baixa velocidade. O primeiro procedimento proporciona a obtenção de dados mais precisos sobre as condições de superfície do pavimento, mas é mais caro, pois consome muito tempo.

A amostragem pode ser determinada em intervalos pré-determinados ou de forma aleatória utilizando-se de teorias estatísticas. O procedimento estatístico permite obter um tamanho adequado de amostra de seções que produz uma boa avaliação das condições globais da rede pavimentada. O tamanho da amostra depende dos tipos de defeitos, da precisão desejada, do tempo e dos recursos disponíveis, mas em geral varia de 10 a 25 % da rede (HAAS et al., 1994).

Os dados coletados são registrados manualmente em uma planilha ou em computadores portáteis. No caso de levantamento de dados em alta velocidade (acima de 60 km/h), há necessidade de se utilizar um teclado de inventário de defeitos ou de computadores portáteis, que permitem a entrada de grande quantidade de dados com rapidez e a eliminação de erros de transcrição. O levantamento de defeitos é feito apenas uma faixa, a de pior condição.

O levantamento quantitativo é feito por meio de um mapeamento, onde a área afetada pelo defeito é delimitada por um retângulo, em planta, que deve envolvê-la em pelo menos 20 cm além da manifestação do defeito na superfície do pavimento. Os defeitos são representados por símbolos apropriados e identificados por um

número correspondente ao tipo do defeito, seguido pelo nível de severidade (Baixa-B, Média-M, Alta-A).

Os procedimentos manuais para levantamento de defeitos no campo são sujeitos a erros de transcrição dos dados. Por essas razões, foram desenvolvidos veículos que são equipados com sistemas de câmeras de vídeo e/ou fotográficas para a obtenção de um arquivo de imagens sobre os defeitos de superfície dos pavimentos. Exemplo desse sistema é o MMHIS – *Multimedia Based Highway Information System* (Sistema de Informações de Rodovia Baseado em Multimídia), que apresenta as seguintes características (WANG; LI; ELLIOT, 1998):

- integração de imagens da superfície do pavimento com os dados de construção (espessuras e materiais das camadas do pavimento, largura do pavimento, número de faixas, dados da condição do pavimento, dados de sinalização etc.) e do volume de tráfego;
- acesso imediato às imagens do vídeo durante o levantamento de defeitos, em simultaneidade com os dados de construção e de tráfego;
- acesso simultâneo de vários usuários.

Existem diversos equipamentos que efetuam levantamento automático de dados de superfície do pavimento. Entre eles, destacam-se (HAAS et al., 1994):

- a) Sistema PASCO ROADRECON: desenvolvido pela *Pasco Corporation*, do Japão, consiste de duas câmeras fotográficas instaladas em um veículo tipo van. Uma câmera registra de forma contínua a superfície do pavimento, com finalidade de levantar os defeitos de superfície, e a outra tira fotos, de forma intermitente, para estimativa da profundidade da trilha de rodas. O trabalho é efetuado à noite, com a quantidade e ângulo de iluminação controlados. O veículo pode ser operado acima de 80 km/h e fotografar faixas com até 4,80 m de largura. A análise dos defeitos avaliados requer a interpretação manual das fotografias

(HAAS et al., 1994). Este tipo de equipamento foi utilizado no levantamento de defeitos de superfície nos estudos de Desempenho de Pavimentos a Longo Prazo (LTPP) do Programa Estratégico de Pesquisas Rodoviárias (SHRP) (GOULIAS et al., 1990);

- b) Sistema GERPHO: registra as imagens da superfície do pavimento de forma contínua com um filme de 35 mm. Utiliza iluminação artificial para operar à noite. A informação sobre os defeitos é obtida a partir do filme, utilizando-se de um gabarito previamente elaborado. Os dados são processados automaticamente;
- c) Sistema ARAN (*Automatic Road Analyzer*): mede a profundidade das trilhas de roda e perfis transversais através de sensores ultrassônicos, espaçados a cada 0,30 m, instalados na parte dianteira do veículo. Filma a superfície do pavimento e a faixa de domínio com duas câmeras independentes. Levanta os defeitos com auxílio de dois teclados, onde o avaliador pode registrar e armazenar até 20 diferentes tipos de defeitos, com 3 níveis de severidade e 5 níveis de extensão. Mede as distâncias percorridas por meio de um odômetro;
- d) Sistema Laser Road Test – RST: desenvolvido pelo *Swedish Road and Traffic Research Institute*, utiliza a tecnologia laser para medir a largura e a profundidade das trincas, a profundidade da deformação permanente das trilhas de roda, os perfis longitudinais e transversais, a macro-textura e as distâncias percorridas. Um avaliador identifica trincas e outros tipos de defeitos. Um microcomputador integra os sinais do acelerômetro e do odômetro, que processa e armazena os dados obtidos em tempo real.

2.5.6.3 – Índice de Defeitos

O índice de defeitos é um número que expressa as condições de deterioração de uma seção de pavimento através de uma combinação de extensão e severidade dos diferentes defeitos. Segundo (BALADI, 1992), a equação que permite o cálculo de um determinado índice deve incluir:

- tipo e frequência de dados dos defeitos a serem coletados e a extensão da seção do pavimento; o tipo do índice de defeitos e a inclusão dos atributos de cada defeito (fatores de ponderação) nos cálculos;
- escala de avaliação para cada tipo de índice de defeito. A escala deve ser delimitada e baseada em valores que variam, por exemplo, de 0 a 10, de 0 a 100, onde 10 ou 100 representam pavimentos em excelentes condições. O estabelecimento de uma escala única de avaliação para todos os índices tem a vantagem de facilitar a compreensão e a comunicação entre os usuários do sistema de gerência;
- o valor limite, a partir do qual a condição do pavimento é considerada inaceitável, ou seja, o pavimento necessita de algum tipo de intervenção. Ao estabelecer um único valor limite para todos os índices de defeitos, obtêm-se as mesmas vantagens mencionadas para o caso da escala de avaliação;
- fator de ponderação: como certos defeitos influenciam mais que outros na deterioração da condição do pavimento, cada nível de severidade de um determinado defeito deve ser associado a um fator de ponderação.

Os índices de defeitos combinados são calculados mediante a consideração de vários tipos de defeito. Por exemplo, o Índice de Condição de Pavimento (ICP), definido no sistema de gerência PAVER (SHAHIN e KHON, 1979), é calculado pela equação:

$$ICP = 100 - \sum_i \sum_k D_{ij} \times f_{ij} \quad (2.4)$$

onde D_{ij} e f_{ij} , são, respectivamente, extensão e fator de ponderação do defeito i com o nível de severidade j .

De acordo com BALADI (1992), os valores dos índices de defeitos combinados podem ser utilizados para as seguintes finalidades:

- verificar a acurácia dos modelos de desempenho existentes e fazer as alterações necessárias em modelos que foram baseados em índices de defeitos combinados;
- determinar a taxa de deterioração das seções do pavimento ao longo do tempo com base na série histórica de levantamentos de dados de defeitos e do tráfego, comparando-se os índices obtidos nos anos anteriores;
- avaliar o impacto das estratégias de reabilitação sobre as condições da rede pavimentada;
- priorizar as seções e selecionar uma estratégia ótima de manutenção e reabilitação.

No Brasil, é muito utilizado o Índice de Gravidade Global (IGG), que é um índice de defeitos combinado, definido por um número que permite a avaliação das condições de deterioração apenas de uma seção ou através de comparação relativa entre várias seções de uma malha de pavimentos.

O cálculo do IGG é efetuado de acordo com o procedimento DNER-PRO 08/78 – *Avaliação objetiva de superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos* (DNER, 1978b). Foi desenvolvido pelo Prof. Armando Martins Pereira (PEREIRA, 1976), com base em estudos canadenses (WINNITOY, 1969) e nas experiências americanas do AASHO Road Test (HRB, 1962).

O levantamento de defeitos é feito manualmente e a avaliação da superfície é feita por amostragem. Os oito tipos de defeitos superficiais (trincas, afundamentos, corrugação, escorregamento, placas, exsudação, desgaste e remendo), bem como os seus níveis de severidade, são registrados em uma planilha. Outros dois valores são obtidos através da mensuração das flechas nas trilhas de roda internas e externas, de ambas as faixas de tráfego, sendo um derivado da média e o outro da variância.

Calcula-se a frequência absoluta (número de vezes que o defeito foi verificado, f_a) e a frequência relativa (frequência absoluta dividida pelo número de estações inventariadas):

$$f_r = \frac{f_a \cdot 100}{n} \quad (2.5)$$

Os Índices de Gravidade Individuais (IGI) são determinados através da expressão:

$$IGI = f_r \times f_p \quad (2.6)$$

onde f_p é fator de ponderação, obtido da Tabela 2.1.

TABELA 2.1 - Valor do fator de ponderação (DNER, 1978b).

TIPO	CODIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE ACORDO COM A TERMINOLOGIA <i>Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos</i> ESTABELECIDADA NO ITEM 2.1 DA NORMA.	FATOR DE PONDERAÇÃO (F_p)
1	FC-1 (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE)	0,8
4	ALP e ATP	0,9
5	O e P	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

O Índice de Gravidade Global (IGG) é determinado somando-se todos os Índices de Gravidade Individuais:

$$IGG = \sum IGI \quad (2.7)$$

Para expressar a condição de deterioração do pavimento, o DNER estabeleceu a correspondência indicada na Tabela 2.2.

TABELA 2.2 - Intervalos de condição de pavimentos em função de IGG
(DNER, 1978b).

ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL	CONCEITO
0 – 20	Bom
20 – 80	Regular
80 – 150	Mau
150 – 500	Péssimo

As principais limitações do Índice de Gravidade Global são:

- considera a severidade dos defeitos apenas para as trincas;
- não considera a extensão dos defeitos, apenas o número de ocorrências.

2.6 – Definição de Estratégias e Seleção de Atividades de Manutenção e Reabilitação

O sucesso da implementação de um sistema de gerência de pavimentos depende, essencialmente, da eficiência do programa de manutenção e reabilitação, que deve identificar as ações a serem efetuadas (como, onde e quando aplicá-las) de forma que se tenha menor custo possível ao longo do tempo.

As informações do inventário e do levantamento de campo permitem mostrar a condição real atual da rede pavimentada, inclusive as suas necessidades de manutenção e reabilitação (M & R). Com a identificação da condição atual,

determinam-se as causas e as intensidades de deterioração e aplicam-se medidas alternativas mais indicadas para suprir as deficiências do pavimento.

As atividades mais comuns consideradas na análise de estratégias são a manutenção, a reabilitação e a reconstrução. De um modo geral, as atividades de manutenção podem ser divididas em manutenção preventiva e corretiva.

Existe uma estreita relação entre o desempenho dos pavimentos, as estratégias de intervenção, as datas de execução das atividades de manutenção e reabilitação e os custos. Postergação nas atividades de manutenção e reabilitação resultam quase sempre em gastos adicionais quando a intervenção é realizada, pois os pavimentos sofrem deterioração acelerada à medida que as intervenções são adiadas.

A Figura 2.6 mostra os efeitos da postergação da ação de intervenção e da alteração do limite mínimo de aceitabilidade da condição de uma seção de pavimento sobre as datas de intervenção bem como nos custos de manutenção e reabilitação.

FIGURA 2.6 – Estratégias e as datas de intervenção determinadas em função do critério de decisão (HAAS et al., 1994).

As estratégias de manutenção e reabilitação podem ser definidas com utilização de índices ou matrizes de priorização, desenvolvidas com base nas opiniões de especialistas, que selecionam os fatores que afetam o desempenho do pavimento (condição, tráfego, extensão ou severidade dos defeitos) e os níveis correspondentes (IRRGANG & MAZE, 1993). O ICP é um dos índices combinados calculados a partir dos dados de levantamento de campo dos pavimentos que pode indicar qual a atividade de manutenção e reabilitação a ser aplicada (Figura 2.7).

FIGURA 2.7 – Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada com base no valor do ICP (INSTITUTO DO ASFALTO, 1989).

PANTIGOSO & FERNANDES JÚNIOR (1998) propõem *árvores de decisão* para a seleção de atividades de manutenção e reabilitação para cada tipo de defeito (nível de severidade e extensão). As atividades de manutenção e reabilitação consideradas são: não fazer nada; capa selante; lama asfáltica; tratamento superficial; selagem de trincas; preenchimento de buracos; remendo; regularização; drenagem; reciclagem; recapeamento; reconstrução; recomposição do acostamento; e aplicação de areia quente. A Figura 2.8 mostra a *árvore de decisão* para o caso particular de trincas por fadiga.

A seleção de estratégia de manutenção também utiliza as análises de desempenho ao longo da vida em serviço. Neste caso, deve-se levar em conta os custos de construção, de manutenção, de reabilitação e de reconstrução e também os custos de operação e de atrasos (durante as atividades de manutenção e reabilitação). Quando uma análise econômica detalhada não for possível, pode-se utilizar um esquema lógico, conforme exemplificado na Figura 2.9.

A variação do ICP ao longo do tempo pode resultar em superposições entre diversas ações. Neste caso, deve-se observar os tipos de deterioração que predominam no

pavimento. Por exemplo, exsudação e oxidação indicam a necessidade apenas de manutenção preventiva. Se, por outro lado, a condição predominante for trincas por fadiga, deve-se planejar atividades de reabilitação (FERNANDES JUNIOR, 1996).

Defeito: *TRINCAS POR FADIGA*

FIGURA 2.8 – Árvore de decisão para trincas por deflexão (PANTIGOSO & FERNANDES JÚNIOR, 1998).

Figura 2.9. – Seleção de atividades de manutenção e reabilitação em função da variação do Índice de Condição do Pavimento (ICP) ao longo do tempo (HICKS et al., 1999).

2.7 – Modelos de Desempenho

2.7.1 – Importância do Conceito de Serventia - Desempenho

O pavimento, como estrutura, tem uma vida em serviço limitada, sendo concebido para durar um determinado período. O pavimento se deteriora em função das solicitações do tráfego e dos efeitos climáticos que alteram a sua qualidade, ou seja, seu nível de serventia. Desde a construção e à medida que se acumulam a idade e/ou o tráfego, a condição do pavimento piora, podendo até atingir uma péssima condição se nada for feito em termos de manutenção e reabilitação.

A curva que representa a diminuição do nível de serventia do pavimento ao longo do tempo é conhecida como curva de desempenho (Figura 2.10). O nível de serventia do pavimento pode variar lenta ou rapidamente ao longo do tempo em função das solicitações do tráfego, de fatores climáticos ou condições ambientais e também do tipo e espessuras das camadas constituintes, da qualidade do controle tecnológico da construção e da política de manutenção.

FIGURA 2.10 – Conceito de serventia-desempenho (HAAS et al., 1994).

As implicações do desempenho do pavimento sobre os custos (construção, manutenção e reabilitação e dos usuários) e benefícios constituem o principal parâmetro de decisão dos sistemas de gerência de pavimentos.

O conceito de serventia – desempenho dos pavimentos foi estabelecido no início dos anos 60 por CAREY e IRICK, quando da realização do AASHO Road Test (HRB, 1962). Foram consideradas cinco hipóteses fundamentais associadas com o conceito de serventia – desempenho de pavimentos:

- as rodovias têm como objetivo servir os usuários de forma segura, confortável e econômica;
- a opinião dos usuários sobre a condição das rodovias é subjetiva;
- existem algumas características das rodovias que podem ser medidas objetivamente e que, quando ponderadas e combinadas adequadamente, podem ser relacionadas com a avaliação subjetiva, ou seja, com a opinião dos usuários;

- a serventia de uma seção de rodovia pode ser expressa através de avaliações dos usuários;
- desempenho é a história da serventia ao longo do tempo.

Baseada nas cinco hipóteses apresentadas, a serventia foi quantificada inicialmente através do *Present Serviciability Rating* (PSR) ou Valor de Serventia Atual (VSA). Para tanto, foi construída uma escala variando de 0 a 5, onde 5 representa um pavimento em perfeitas condições, sendo o Valor de Serventia Atual a média das notas individuais. Posteriormente, a mesma AASHO (CAREY e IRICK, 1960) propôs uma forma de avaliação objetiva através de um índice, o *Present Serviciability Index* (PSI) ou Índice de Serventia Atual. O índice foi obtido com base nas correlações entre o PSR e medidas de irregularidades feitas com perfilômetro AASHO e de defeitos observados na superfície do pavimento (trincas, remendos e afundamentos na trilha de roda). Para o pavimento asfáltico tem-se:

$$PSI = 5,03 - 1,9 \log(1 + SV) - 1,38RD^2 - 0,01(C + P)^{0,5} \quad (2.8)$$

onde:

PSI: Índice de Serventia Atual;

SV: variância da inclinação longitudinal obtida por um perfilômetro;

C: extensão, em pés, das trincas com maior extensão, por 1000 pés quadrados de área;

P: área de remendos, em pés quadrados, por 1000 pés quadrados de área;

RD: afundamento médio das trilhas de roda, em polegadas, medidas com régua de 4 pés de comprimento.

Segundo CAREY e IRICK (1960), a medida física mais importante da superfície de um pavimento é a irregularidade do perfil longitudinal, que responde por cerca de 95% das informações necessárias à avaliação da condição do pavimento. É o parâmetro físico que melhor se correlaciona com a qualidade do rolamento do

pavimento e que mais influencia os custos de operação dos veículos, tendo repercussão direta sobre a segurança, o conforto e a velocidade média do tráfego.

A Figura 2.11 ilustra, esquematicamente, o conceito de serventia-desempenho desenvolvido por CAREY e IRICK (1960), como os modelos de desempenho, que através da previsão da deterioração de um pavimento, permitem a estimativa do ano de intervenção e a seleção da melhor alternativa de reabilitação. Na Figura 2.11 estão apresentadas todas as variáveis que, com os custos correspondentes, permitem a análise econômica dos projetos de pavimentação.

FIGURA 2.11 – Ilustração do conceito serventia-desempenho e de como os modelos de desempenho permitem a definição do ano de intervenção e a seleção da melhor reabilitação (HAAS et al., 1994).

2.7.2 – Desenvolvimento de Modelos de Previsão de Desempenho

Modelos de desempenho são ferramentas utilizadas para previsão da condição futura de uma seção de pavimento ao longo do tempo, vitais para o planejamento de atividades de manutenção e reabilitação, para a estimativa dos recursos necessários

para a preservação do pavimento, para a análise das conseqüências para a condição do pavimento sob diferentes cenários orçamentários e para a análise econômica dos custos que ocorrem durante o ciclo de vida do pavimento. Em suma, sem modelos de previsão de desempenho não há gerência de pavimentos (HAAS et al., 1994).

Modelos adequadamente ajustados à variação da condição dos pavimentos ao longo do tempo contribuem diretamente para a otimização da aplicação dos recursos disponíveis. Uma das tarefas cruciais na implementação de um SGP é, portanto, a decisão sobre quais modelos de previsão de desempenho utilizar. Para o desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho dos pavimentos (DARTER, 80) exige-se, geralmente, um adequado banco de dados e a inclusão de todas as variáveis que afetam a deterioração do pavimento.

2.7.3 - Tipos de Modelos de Previsão de Desempenho

Os modelos expressam a evolução ou desempenho de um pavimento (variáveis dependentes como a irregularidade longitudinal, trincas, afundamentos, deflexões, índice de serventia) em função de variáveis explicativas como tráfego, estrutura do pavimento e solicitações climáticas (QUEIROZ, 1982).

Os modelos de previsão de desempenho normalmente utilizados em sistemas de gerência de pavimentos podem ser divididos em duas categorias (LYTTON, 1987): determinísticos e probabilísticos.

2.7.4 - Modelos Determinísticos

HAAS et al. (1994) dividem os modelos determinísticos em:

- a) puramente mecânicos: baseados em alguns parâmetros de respostas estruturais como tensão, deformação ou deflexão do pavimento em serviço. Esses modelos não vêm sendo desenvolvidos porque os engenheiros rodoviários não utilizam

parâmetros de respostas primárias para esses fins, mas as relacionam com defeitos ou com propriedades do pavimento;

- b) empírico-mecanísticos: baseiam-se nas observações de relações de causa e efeito, buscando inferir as leis físicas que governam os mecanismos de deterioração dos pavimentos observados do campo. HAAS et al. (1994) apresentam a seqüência lógica do desenvolvimento dos modelos de desempenho empírico-mecanísticos: dados de entrada → modelo → respostas estruturais → deterioração → desempenho. FERNANDES JÚNIOR & SÓRIA (1997) descrevem esta seqüência da seguinte forma: os dados de entrada dos modelos empírico-mecanísticos são as informações sobre solicitações do tráfego e do meio ambiente (principalmente temperatura e umidade); os modelos utilizados calculam as respostas estruturais, como tensões, deformações e deslocamentos, a partir das espessuras e das propriedades mecânicas (módulo de resiliência e coeficiente de Poisson) dos materiais constituintes das camadas do pavimento; as respostas estruturais não representam a ruptura do pavimento, mas podem, após um determinado número de aplicações de carga, dar origem a algumas formas de deterioração (que também não constituem a ruptura do pavimento); com o acúmulo de deterioração ao longo do tempo e do tráfego, obtém-se a curva de desempenho, sendo a ruptura do pavimento caracterizada quando a curva de desempenho atinge um valor limite pré-estabelecido;
- c) empírico ou de regressão: as variáveis dependentes que caracterizam a deterioração estrutural ou funcional são relacionadas a uma ou mais variáveis independentes, como suporte do subleito, aplicações de carga por eixo (número N), espessuras e propriedades dos materiais que constituem as camadas do pavimento, idade, fatores ambientais e suas interações (HAAS et al., 1994). Os modelos empíricos são aplicáveis quando se dispõe de uma série histórica de dados e são formulados a partir da análise estatística de dados de desempenho levantados em pavimentos existentes.

A grande maioria dos modelos de previsão existentes é determinística e, em particular, são modelos de regressão, principalmente. Contudo, não é conveniente aplicar modelos determinísticos a todas situações de gerência de pavimentos em razão de (LI & HASS, 1996): incertezas no comportamento do pavimento sob cargas do tráfego, meio ambiente e outros fatores; dificuldades na quantificação dos fatores ou parâmetros que afetam substancialmente a deterioração dos pavimentos; erros associados com a utilização de segmentos testes (amostragem) para representar a rede total de pavimento; natureza subjetiva das avaliações funcionais da condição do pavimento.

A acurácia dos modelos de previsão de desempenho depende, sobretudo, da quantidade e qualidade dos dados disponíveis. Porém, um maior número de variáveis a serem observadas e levantadas com confiabilidade implica em maiores custos e tempo despendidos. Portanto, a seleção das variáveis deve levar em conta, além das influências que elas podem ter no comportamento e desempenho dos pavimentos, a disponibilidade de recursos financeiros e a capacidade técnica de avaliação.

O processo de coleta de dados, quando da avaliação das condições dos pavimentos em nível de rede, deve ser sistemático e seqüencial e os resultados obtidos também devem ser analisados e resumidos de forma sistematizada. O uso de técnicas estatísticas, como por exemplo, experimentos fatoriais para amostragem e interpretação dos dados pode resultar em economia de recursos e tempo (BOX et al., 1978). Seu principal objetivo é definir os fatores (variáveis independentes) intervenientes no estudo, quantificar seus efeitos sobre as variáveis dependentes e orientar a escolha das seções a serem estudadas.

Os experimentos fatoriais foram utilizados nas pesquisas do Quênia, de 1971 e 1975 (HODGES et al., 1975) e do Brasil, de 1976 a 1981 (GEIPOT, 1982), que serviram de base para o desenvolvimento do programa de gerência de pavimentos HDM III e HDM IV – *Highway Design and Maintenance Standards Model* (WATANADA et al., 1987).

2.7.4.1– Modelos Empíricos (Regressão) e Empírico-Mecanísticos

QUEIROZ (1981) desenvolveu modelos de previsão de desempenho a partir de uma base de dados levantada para a Pesquisa de Inter-Relacionamento de Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (PICR), iniciada em 1975 pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT, 1982). Os dados coletados foram obtidos através da observação sistemática de 63 seções de pavimentos em serviço, da malha rodoviária compreendida no quadrilátero Brasília - Goiânia - Belo Horizonte - São Paulo. As variáveis analisadas e as seções observadas foram selecionadas por uma programação fatorial. Algumas equações empíricas, obtidas por regressão múltipla pelo método dos mínimos quadrados e por análise de cumeccira, são apresentadas a seguir:

a) Estimativas da irregularidade longitudinal do pavimento:

$$\begin{aligned}
 QI = 12,63 - 5,16RH + 3,31ST + 0,393A + 8,66(\log N / SNC) + 7,17 \times 10^{-5} \\
 (\log B \times \log N)^2
 \end{aligned}
 \tag{2.9}$$

$$R^2 = 0,52 \quad EP = 10,22$$

onde:

RH: variável indicadora do estado de reabilitação:

RH = 0, como construído;

RH = 1, reabilitado;

A: idade do pavimento desde a construção ou reabilitação, em anos;

N: número equivalente de solicitações do eixo padrão de 80 kN, calculado pelo método da AASHTO;

SNC: número estrutural corrigido;

QI: quociente de irregularidade (contagens/km);

ST: variável indicadora do tipo de revestimento:

ST= 0, concreto asfáltico;

ST = 1, tratamento superficial duplo;

B: deflexão média medida pela viga Benkelman, em 0,01 polegadas;

R^2 : coeficiente de determinação;

EP: erro padrão.

b) Estimativa do N até o surgimento da primeira trinca:

$$\log N = 1,205 + 5,96 \log SNC \quad (2.10)$$

$$R^2 = 0,52 \quad EP = 0,44$$

c) Evolução do trincamento dos pavimentos:

$$CR = -18,53 + 0,04568 \log N + 0,005018 \times A \times \log N \quad (2.11)$$

$$R^2 = 0,64 \quad EP = 12,62$$

onde:

CR: porcentagem de área do pavimento com trincas de classes 2, 3 e 4 e panelas;

A Figura 2.12 ilustra exemplo de evolução do trincamento dos pavimentos em função da idade e do tráfego (equação 2.11).

KARAN et al.(1983) desenvolveu modelo de deterioração através de regressão linear com dados históricos de mais de 25 anos de observação na Província de Alberta (Canadá).

FIGURA 2.12 – Evolução do trincamento dos pavimentos representada pela equação 2.11 (QUEIROZ, 1981).

Foram considerados vários fatores (irregularidade longitudinal, defeitos de superfície, tráfego etc.), mas somente a idade do pavimento e a vida remanescente tiveram efeito significativo sobre o Índice de Conforto ao Rolamento (ICR), variável dependente adotada na análise de regressão. A equação é dada por:

$$ICR = -5,998 + 6,870 \times \lg(ICR_0) - 0,162 \times \lg(IDADE^2 + 1) + 0,185 \times IDADE \times 0,084 \times IDADE - 0,084 \times IDADE \times \lg(ICR_0) - 0,093 \times \Delta IDADE \quad (2.12)$$

$$R^2 = 0,84 \quad EP = 0,38$$

onde:

ICR: Índice de Conforto de Rolamento, numa escala de 0 a 10, em qualquer idade;

ICRo: Índice de Conforto de Rolamento Inicial;

IDADE: idade do pavimento desde a construção ou reabilitação, em anos;

$\Delta IDADE$: vida remanescente do pavimento.

PATERSON (1987) desenvolveu as equações de previsão de deterioração de pavimentos utilizadas no *HDM III – The Highway Design and Maintenance*

Standards Model (WATANADA et al., 1987). As equações foram obtidas por análise de regressão dos dados coletados para o PICR (GEIPOT, 1982) e, em alguns casos, estruturadas com base em conceitos mecanísticos:

a) Estimativa do trincamento em pavimentos asfálticos sobre bases granulares:

$$TYCRA = K_{ci} (F_c \times RELIC \times CRT) \quad (2.13)$$

$$TYCRA = K_{ci} (F_c \times RELIA \times CRT) \quad (2.14)$$

onde:

$$RELIC = 4,21EXP(0,14 \times SNC - 17,1YE4/SNC) \quad (2.15)$$

$$RELIA = 13,2EXP[-20,7(1 + CQ)YE4/SNC^2] \quad (2.16)$$

RELIC: pavimentos de concreto asfáltico sobre bases granulares;

RELIA: pavimentos com tratamentos superficiais sobre bases granulares;

TYCRA: número médio de anos para o aparecimento de trincas;

K_{ci} : fator de deterioração para início do trincamento, calculado pela relação entre a idade esperada do revestimento e a idade prevista pelo modelo HDM III, para o mesmo volume de tráfego;

F_c : fator de distribuição de ocorrência para início do trincamento, cujos valores recomendados se encontram no modelo HDM III para várias classes de clima;

CRT: tempo estimado de retardamento do início do trincamento devido à realização dos serviços de manutenção, em anos;

YE4: número de operações do eixo equivalente de 80 kN para o ano de análise, calculado pelo método da AASHTO, em milhões por faixa de tráfego;

SNC: número estrutural corrigido;

CQ: indicador qualitativo da construção da camada de revestimento asfáltico, sendo $CQ = 1$ se o revestimento tem falha construtiva, caso contrário, $CQ = 0$.

- b) Progressão da área do trincamento da camada de revestimento de concreto asfáltico:

$$\Delta ACRA_d = K_{cp} \times CRP \times Z_a \left[(Z_a \times a_i \times b_i \times \Delta TCRA + SCRA_a)^b \right]^{1/b} - SCRA_a \quad (2.17)$$

em que:

$\Delta ACRA_d$: mudança prevista na área de trincamento, durante o ano de análise, devido à deterioração, em porcentagem da área total do revestimento;

K_{cp} : fator de deterioração para progressão do trincamento;

CRP : fator de retardamento de progressão do trincamento devido ao tratamento preventivo, dado por:

$$CRP = 1 - 0,12CRT;$$

$Z_a = 1$, se $ACRA < 50$ e $Z_a = -1$ no caso contrário;

a_i e b_i : coeficientes determinados em função do tipo do revestimento:

$a = 1,84$ e $b = 0,45$ para concreto asfáltico;

$\Delta TCRA$: período de tempo em que ocorre evolução de todos os tipos de trincas, em anos;

$$\Delta TCRA = (AGE2 - TYCRA) \text{ se } (AGE2 - 1) < TYCRA \leq AGE2 \text{ e}$$

$$ACRA_a = 0;$$

$$\Delta TCRA = 1 \text{ se } TYCRA \leq (AGE2 - 1) \text{ ou } ACRA_a > 0$$

$AGE2$: idade do pavimento desde a construção, execução de camada selante, reabilitação ou reconstrução, em anos;

$$SCRA_a = \text{mínimo}(ACRA_a, 100 - ACRA_a);$$

$$SCRA_a = \text{máximo}(SCRA_a, 0,5) \text{ se } ACRA_a > 0,5.$$

$ACRA_a$: porcentagem de área de trincamento do pavimento igual a:

$$ACRA_a = 0 \text{ se } \Delta TCRA = 0;$$

$$ACRA_a = 0,5 \text{ se } 0 < \Delta TCRA < 1;$$

$ACRA_a = ACRA$, em outros casos.

c) Estimativa da profundidade média das trilhas de roda:

$$RDM = K_{rp} \frac{39800(YE4 \times 10^6)^{Y_{ERM}}}{(SNC^{0,502})(COMP^{2,30})} \quad (2.18)$$

onde:

RDM_a : profundidade média da trilha de roda em ambas as trilhas, em mm;

K_{rp} : fator de deterioração especificado pelo usuário para a progressão da profundidade média das trilhas de roda;

$YE4$: número de operações do eixo padrão equivalente a 80 kN para o ano de análise, calculado pelo método da AASHTO, em milhões por faixa;

SNC : número estrutural corrigido;

$COMP$: compactação relativa das camadas de base, sub-base e do subleito selecionado, em porcentagem;

No primeiro ano, quando $RDM_a = 0$, a equação acima é usada diretamente para estimar ΔRDM_d , porém, subseqüentemente, o incremento na profundidade média das trilhas de roda provocada pela deterioração durante o ano de análise é derivado de

$$\Delta RDM_d = K_{rp} \left\{ \frac{0,166 + ERM}{AGE3} + 0,021119 \times MMP \times \Delta CRX_d \times \ln \left[\max \left(\begin{matrix} 1; \\ AGE3 \\ \times YE4 \end{matrix} \right) \right] \right\} \times RDM_a \quad (2.19)$$

se $RDM_a > 0$

onde:

ΔRDM_d : mudança da profundidade média da trilha de roda durante o ano de análise devido à deterioração, em mm;

ERM : valor do expoente que é função das características da superfície do pavimento e precipitação, dado por:

$$ERM = 0,09 - 0,0009RH + 0,0384DEF + 0,00158MMP \times CRX_a \quad (2.20)$$

onde:

CRX_a : área de trincamento indexado no início do ano de análise, dado por:

$$CRX_a = 0,62ACRA_a + 0,39ACRW_a \quad (2.21)$$

ΔCRX_d : mudança de área do trincamento indexado provocado pela deterioração, dado por:

$$\Delta CRX_d = 0,62(ACRA_b - ACRA_a) + 0,39(ACRW_b - ACRW_a) \quad (2.22)$$

MMP: precipitação média mensal, em mm / mês;

AGE3: idade do pavimento desde a construção, reabilitação ou reconstrução, em anos;

d) Progressão da irregularidade:

$$\begin{aligned} \Delta QI_d = 13K_{gp} & \left[134 \times EMT(SNCK + 1)^{5,0} \times YE4 + 0,114(RDS_b - RDS_a) + \right. \\ & \left. 0,0066\Delta CRX_d + 0,42\Delta APOT_d \right] \\ & + 0,023K_{gp} \times QI_a \end{aligned} \quad (2.23)$$

sendo:

ΔQI_d : aumento previsto na irregularidade durante o ano de análise, provocado pela deterioração, em contagem / km;

K_{gp} : fator de deterioração para progressão da irregularidade;

K_{ge} : fator de deterioração relativo ao ambiente;

EMT: $\exp(0,023 K_{ge} \times AGE3)$;

AGE3: idade do pavimento desde a construção, reabilitação ou reconstrução, em anos;

YE4: número equivalente de operações do eixo padrão de 80 kN para o ano de análise, calculada pelo método da AASHTO, em milhões por faixa;

RDS_b e RDS_a : variação do desvio padrão da profundidade média da deformação permanente (em ambas as trilhas de roda) durante o ano de análise, em mm;

ΔCRX_d : variação prevista do trincamento indexado, devido à deterioração, durante o ano de análise, em porcentagem;

$\Delta APOT_d$: variação prevista da área de placas devido à deterioração, durante o ano de análise, em porcentagem;

QI_a : quociente de irregularidade do pavimento no início no ano de análise, em contagens / km;

$SNCK$: número estrutural modificado, ajustado ao efeito do trincamento, dado por:

$$SNCK = \max(1,5; SNC' - \Delta SNK) \quad (2.24)$$

ΔSNK : redução estimada no número estrutural devido ao trincamento do revestimento, dada por:

$$\Delta SNK = 0,0000758(CRX'_a \times HSNEW + ECR \times HSOLD) \quad (2.25)$$

$$CRX'_a = \min(63; CRX_a) \quad (2.26)$$

CRX_a : área de trincamento, em porcentagem;

$HSNEW$: espessura do revestimento, em mm;

ECR : trincamento previsto além da quantidade que existia no antigo revestimento, isto é, em pavimentos reabilitados:

$$ECR = \max[\min(CRX_a - PCRX; 40); 0] \quad (2.27)$$

$PCRX$: trincamento indexado nas antigas camadas de revestimento e base, em porcentagem, dado por:

$$PCRX = 0,62PCRA + 0,39PCRW \quad (2.28)$$

$PCRA$: trincamento total ocorrido antes da última reabilitação, %;

$PCRW$: trincas de classe 2 e 3 ocorridas antes da última reabilitação, %;

$HSOLD$: espessura total do revestimento antigo, em mm.

e) Estimativa da irregularidade longitudinal (equação não está incluída no *HDM III*):

$$QI = [QI_0 + 0,725(1 + SNC)^{-4,99} \times YEA] \times e^{0,0153 AGE^3} \quad (2.29)$$

$$R^2 = 0,75$$

onde:

QI_0 : quociente de irregularidade inicial, em m/km;

MARCON (1996) estabeleceu modelos de previsão com aplicação da metodologia desenvolvida por SHAHIN et al. (1987), com base nos dados da rede rodoviária do Estado de Santa Catarina (extensão de 2.500 km) levantados em 1990. A análise das tendências de desempenho e as comparações com modelos existentes foram efetuadas através de gráficos, relacionando a idade ou o número equivalente de operações do eixo padrão de 80 kN, calculado pelo método da AASHTO, às variáveis quociente de irregularidade, deflexões máximas médias, índice de gravidade global, trincamento total e profundidade média das trilhas de roda. Para alguns parâmetros onde existem equações de desempenho desenvolvidas em outras pesquisas, foi traçada a curva de desempenho juntamente com os dados, permitindo a comparação desta com a linha de tendência determinada através dos valores levantados dos parâmetros. A análise do desempenho foi feita por grupos. Os exemplos apresentados referenciam-se à Região 2 do Estado de Santa Catarina:

a) Quociente de irregularidade (QI):

$$QI = 18,348 + 1,1635 \times IDADE \quad (2.30)$$

$$R^2 = 0,29$$

$$QI = 25,783 + 4,0 \times 10^{-6} \times NA - 5,0 \times 10^{-14} \times NA^2 \quad (2.31)$$

$$R^2 = 0,32$$

b) Deflexão máxima (DEFM):

$$DEFM = 24,288 + 3,5458 \times IDADE \quad (2.32)$$

$$R^2 = 0,37$$

$$DEFM = 44,928 + 1,0 \times 10^{-5} \times NA \quad (2.33)$$

$$R^2 = 0,50$$

c) Índice de Gravidade Global (IGG):

$$IGG = -20,91 + 5,01 \times IDADE \quad (2.34)$$

$$R^2 = 0,52$$

$$IGG = 8,7647 + 2,0 \times 10^{-5} \times NA - 1,0 \times 10^{-12} \times NA^2 \quad (2.35)$$

$$R^2 = 0,61$$

d) Trincamento total (ΔTR):

$$\Delta TR = 1,5124 \times IDADE - 6,8923 \quad (2.36)$$

$$R^2 = 0,32$$

$$\Delta TR = 1,4532 + 4 \times 10^{-4} \times NA \quad (2.37)$$

$$R^2 = 0,55$$

e) Profundidade média das trilhas de roda (TRI):

$$TRI = 1,8228 + 0,2325 \times IDADE \quad (2.38)$$

$$R^2 = 0,28$$

$$TRI = 3,3051 + 5 \times 10^{-7} \times NA \quad (2.39)$$

$$R^2 = 0,26$$

onde:

DEFM: deflexão máxima média medida com a viga Benkelman, em mm;

IGG: índice de gravidade global, determinado segundo as metodologias estabelecidas pelo DNER-PRO 08/78 e DNER-PRO 128/83;

QI: quociente de irregularidade, obtido com o Integrador de Irregularidades Longitudinais IPR/USP, em contagens/km;

Δ TR: trincamento total de área do pavimento, em %;

TRI: profundidade média de trilha de roda, em mm;

IDADE: idade do pavimento desde a abertura do tráfego, em anos;

NA: número equivalente de solicitações do eixo padrão de 80 kN, calculado pelo método da AASHTO.

A Figura 2.13 mostra a curva de tendência do desempenho de pavimentos dos trechos de rodovias agrupados na Região 2 do Estado de Santa Catarina.

FIGURA 2.13 – Relação entre deflexão e idade, representada pela equação 2.32 (MARCON, 1996).

QUEIROZ (1981) também desenvolveu equações para previsão de irregularidade e trincamento a partir de análises empírico-mecanísticas, derivadas de respostas estruturais dos pavimentos (deflexões recuperáveis da superfície, tensões de tração, deformações e energia de deformação na face inferior da camada do revestimento asfáltico e tensões e deformações no topo do subleito). As equações foram estabelecidas para relacionar essas respostas aos dados de irregularidades e trincas obtidos quando da PICR.

a) Irregularidade longitudinal do pavimento:

$$\text{Log}QI = 1,426 + 0,01117A - 0,1505RH + 0,00167VSN3 \times \log N \quad (2.40)$$

$$R^2 = 0,25 \quad EP = 0,14$$

$$\text{Log}QI = 1,297 + 9,22 \times 10^{-3} A + 9,08 \times 10^{-2} ST - 7,03 \times 10^{-2} RH + 5,57 \times 10^{-4} (SEN1 \times \log N)$$

(2.41)

$$R^2 = 0,52 \quad EP = 0,11$$

onde:

QI: quociente de irregularidade, em contagens / km;

A: idade do pavimento desde a construção ou recapeamento, em anos;

RH: indicador do estado de reabilitação:

= 0, pavimento construído; e

= 1, recapeado;

VSN3: deformação específica de compressão vertical no topo do subleito (10^{-4});

SEN1: energia de deformação na face inferior do revestimento, em $10^{-4} \times \text{kgf.cm}$;

N: número equivalente de operações do eixo padrão de 80 kN;

ST: variável indicadora do tipo de revestimento:

= 0, concreto asfáltico; e

$= 1$, tratamento superficial duplo;
 R^2 = coeficiente de determinação;
 EP: erro padrão.

O gráfico da Figura 2.14 representa a equação 2.40.

FIGURA 2.14 – Curvas de previsão da irregularidade longitudinal (Equação 2.40 - QUEIROZ, 1981).

b) Início do trincamento:

$$\log N = 6,87 - 1,970 \log VSN1 \quad (2.42)$$

$$R^2 = 0,31 \quad EP = 0,59$$

sendo:

VSN1: deformação específica de compressão vertical na face inferior do revestimento (10^{-4}).

c) Porcentagem de área trincada (Figura 2.15):

$$CR = -8,70 + 0,258 HST1 \times \log N + 1,006 \times 10^{-7} HST1^2 \times \log N \quad (2.43)$$

$$R^2 = 0,50 \quad EP = 15,40$$

onde:

CR: porcentagem de área com trincas de classes 2 a 4 e remendos;

HST₁: tensão horizontal de tração na face inferior do revestimento, em kgf/cm².

FIGURA 2.15 – Curvas de previsão de trincamento (QUEIROZ, 1981)

2.7.4.2 – Limitações dos Modelos

A principal deficiência dos modelos de desempenho empíricos é a limitação ao ambiente de inferência no qual eles foram concebidos e desenvolvidos. Transportá-los para outro ambiente resulta, geralmente, em modelos inefficientes e ineficazes, a não ser que se efetue uma calibração, de forma que o modelo se ajuste ao ambiente em estudo. Outra restrição é que esses modelos requerem uma base de dados histórica.

(LYTTON, 1987) destaca o problema de multicolinearidade, que ocorre quando são empregadas, na análise de regressão, variáveis independentes altamente correlacionáveis. As consequências da multicolinearidade são: dificuldade ou até mesmo impossibilidade de se distinguir as influências das variáveis independentes

em razão da baixa precisão da estimativa dos coeficientes de regressão e a eliminação de variáveis da análise porque os coeficientes de regressão não se mostraram estatisticamente significativos. Essas variáveis, podem, na realidade, ser importantes, sendo que a amostra de dados disponível é que não permite detectar sua influência.

GEORGE et al. (1990) comentam que a representação do tráfego em termos de número de solicitações do eixo padrão apresenta duas limitações: a escassez de informações acuradas sobre as cargas por eixo dos veículos e fatores confiáveis tanto para a conversão para carregamento de eixos equivalentes (ESAL) como para a estimativa da taxa de crescimento do tráfego. As experiências têm mostrado que os modelos desenvolvidos em função do tráfego (ESAL) são menos eficazes que os modelos desenvolvidos em função da idade ou combinação de idade e tráfego.

Os modelos empírico-mecanísticos, na sua maioria, calculam respostas estruturais usando programas de computação sofisticados, baseados na teoria das camadas elásticas e/ou a abordagem dos elementos finitos. Essas respostas passam, então, a ser entradas das funções de transferência empírico-estatísticas de danos, para produzir a previsão da extensão dos defeitos individuais (trincas, afundamentos, irregularidades etc.) ou do número de solicitações de repetições admissíveis de ESAL para um determinado nível de desempenho do pavimento. Uma das funções de transferência de danos mais comuns é a hipótese de Miner, de fadiga linear cumulativa (MINER, 1945). A variabilidade estatística no conceito de ESAL ou FEC (Fator de Equivalência de Cargas) e das funções de transferência de danos que se adotam é, por vezes, muito grande. Portanto, os modelos empírico-mecanísticos normalmente requerem calibração e verificação. Como ponto positivo, em geral requerem menos dados para o seu desenvolvimento do que os modelos empíricos.

2.7.5 - Modelos Probabilísticos

Nos modelos de desempenho probabilísticos, a experiência de engenheiros e técnicos é formalizada através de processos de transição, como por exemplo, o processo de

transição de Markov, que permite a estimativa da condição futura a partir de matrizes de probabilidade de transição.

O processo de Markov descreve o desenvolvimento de um evento como sendo um processo estocástico. Consiste de um conjunto de objetos e um conjunto de estados, tal que a qualquer tempo cada objeto deve estar em um estado e a transição entre os estados do processo só depende do estado atual do processo, não importando por quais estados anteriores o processo já passou ou irá passar. Não são desconsideradas as informações passadas do processo. É como se todas estivessem representadas nas condições do presente. A probabilidade de um processo passar de um estado para outro é chamada probabilidade de transição. Estado indica a situação do processo num certo instante, a qual é aferida por uma variável ou conjunto de variáveis. Transição é a evolução de um instante para outro, podendo haver mudanças de estado ou não. O processo de Markov é analisado em instantes discretos, os quais são numerados e ordenados. Portanto, a probabilidade de transição de t - instantes, $p_{ij}^{(t)}$, definida como a probabilidade condicional que a variável aleatória $\{X_t\}$ inicia no estado i e passa para o estado j após t unidades de tempo, apresenta as seguintes propriedades:

$$p_{ij}^{(t)} \geq 0 \quad \text{para todo } i \text{ e } j, \quad t = 0, 1, 2, \dots \quad (2.44)$$

$$\sum_{j=1}^M p_{ij}^{(t)} = 1, \text{ para todo } i, \quad t = 0, 1, 2, \dots \quad (2.45)$$

onde i e j são definidos no mesmo espaço de estado $(m+1)$.

A primeira propriedade (equação 2.44) significa que a condição dos pavimentos não melhora com o tempo. Portanto, a probabilidade de transição de um estado de condição inferior (por exemplo: ruim) para um estado de condição superior (por exemplo: regular ou bom) é sempre zero. A segunda (equação 2.45) estabelece que a soma de todas as probabilidades de uma seção do pavimento passar do estado atual para um outro estado ao longo de uma linha deve ser igual a 1.

O vetor estado para um ciclo de solicitação t é obtido multiplicando-se o vetor estado inicial $p(0)$ pela matriz de probabilidade de transição P elevada a uma potência t . Então, tem-se a seguinte equação de Chapman-Kolmorov:

$$p_{ij}^{(t)} = \sum_{k=0}^m p_{ik}^{(v)} \cdot p_{jk}^{(t-v)} \quad (2.46)$$

para todos i, j, k e para os instantes $0 \leq v \leq t$.

Para $v = 1$, tem-se a t -ésima potência de uma matriz P , podendo-se escrever:

$$P^{(t)} = P \times P \dots P = P^t \quad (2.47)$$

Existe um vetor estado inicial $p(0) \neq 0$, $p(0) = p(0), p(1), p(2), \dots, p(n)$ tal que:

$$\begin{aligned} p(1) &= p(0) \times P \\ p(2) &= p(1) \times P = p(0) \times P^2 \\ p(3) &= p(2) \times P = p(0) \times P^3 \\ &\dots \\ p(t) &= p(t-1) \times P = p(0) \times P^t \end{aligned} \quad (2.48)$$

A introdução de princípios probabilísticos em modelos de desempenho utilizados em pavimentos flexíveis foi feita por DARTER e HUDSON (1973). KARAN (1977) desenvolveu modelo de desempenho para a manutenção da rede de pavimentos de Waterloo-Ontario (Canadá), onde investigou a deterioração do pavimento através do processo de Markov. Cada matriz de transição foi construída com base nas opiniões subjetivas dos especialistas, através de entrevistas e questionários.

Em 1980, o Departamento de Transporte do Estado de Arizona (EUA) utilizou o processo de Markov para previsão de desempenho dos pavimentos ao longo do tempo (WANG; ZANIEWSKI; DELTON, 1994). Posteriormente, inúmeros organismos rodoviários também implementaram modelos de previsão de desempenho com base no processo de Markov: sistema de gerência *PAVER*

(FEIGHAN et al., 1989); Departamento de Transportes de Connecticut, Alaska e Kansas (DAVIS & DINE, 1988); na Arábia Saudita (HARPER et al., 1991); gerência de manutenção de pontes, no Estado de Virginia (SCHERER & GLAGOLA, 1994); sistema de gerência de pavimentos Micro-Paver (BUTT et al., 1987).

Para a determinação dos modelos probabilísticos, o estado do pavimento deve ser definido pelo Índice de Condição do Pavimento (ICP) ou por outros índices de defeitos combinados. No caso do ICP, a escala varia de 0 a 100 e pode ser dividida em 10 estados de condições iguais. No presente trabalho, essa divisão se deu em 20 estados iguais, o que resulta em matriz de probabilidades de transição composta de 20 linhas e 20 colunas.

Um vetor estado indica a probabilidade de uma seção de pavimento estar em cada um dos estados em um ciclo de solicitação, conforme apresentado na Figura 2.16 (BUTT et al., 1987). Na idade 0 (ciclo de solicitação 0), o vetor estado é $(1,0,0,0,0,0,0,0,0,0)$, o que significa que há uma probabilidade igual a 1 de a seção do pavimento estar no estado 1 no ciclo de solicitação 0. Ou, em outras palavras, significa que o ICP fica entre 90 e 100 logo após a construção.

O desenvolvimento de uma matriz de probabilidades de transição tem por objetivo estabelecer a taxa de deterioração do pavimento com o tempo. Com a hipótese de que a condição do pavimento ou permanece no seu estado atual ou passa ao próximo estado de condição inferior durante um ciclo de solicitação, a matriz de probabilidades de transição tem a forma da equação 2.49.

FIGURA 2.16 – Representação esquemática de estado, vetor estado e ciclo de solicitação (BUTT et al., 1987).

$$P = \begin{pmatrix} p(1) & q(1) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p(2) & q(2) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p(3) & q(3) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p(4) & q(4) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p(5) & q(5) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p(6) & q(6) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p(7) & q(7) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p(8) & q(8) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p(9) & q(9) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.49)$$

onde $p(i)$ é a probabilidade do pavimento permanecer no estado i durante um ciclo de solicitação e $q(i) = 1 - p(i)$ é a probabilidade do pavimento passar para o próximo estado $(i+1)$ durante um ciclo de solicitação.

Com este procedimento, se as matrizes de transição podem ser estimadas, o estado futuro do pavimento em qualquer de ciclo de solicitação, t , pode ser previsto. Segundo WANG; ZANIEWSKI; WAY (1994), as vantagens do método probabilístico compreendem a possibilidade do desenvolvimento de curvas de desempenho de pavimentos sem dados históricos, a calibração direta através do uso de um método formal de entrevistas por especialistas, a projeção além dos limites estabelecidos pelos dados, algo que os modelos de regressão não podem garantir, e a facilidade com que o modelo pode ser integrado ao processo de otimização. O processo de Markov é ferramenta natural a ser utilizada em combinação com a programação dinâmica, de modo a fornecer soluções ótimas de estratégias de manutenção e reabilitação rápida e eficiente.

A principal desvantagem é a necessidade de desenvolvimento de matrizes para cada combinação de fatores, tais como tipo de pavimento, espessura do pavimento, cargas ou volumes de tráfego, meio ambiente, suporte do subleito. Como consequência, tem-se a necessidade do desenvolvimento de um grande número de matrizes de transição probabilísticas. Para exemplificar, uma aplicação do processo de Markov considerando dois níveis de espessura da camada de revestimento, três níveis de tráfego e dois níveis de capacidade de suporte do subleito resulta em um total de $2 \times 3 \times 2 = 12$ combinações.

As matrizes de probabilidade de transição podem ser estimadas através de métodos formais de entrevistas, como o método Delfos. Segundo LINSTONE & TUROFF (1975), o método de Delfos consiste na obtenção de consenso dentro de um grupo de especialistas sobre uma determinada questão. É um processo que visa a redução da margem de erro numa tomada de decisões, sendo baseado em: painel de especialistas; questionários sobre o problema abordado; interações.

De acordo com SAITO & SINHA (1991), o método de Delfos apresenta três características que o diferenciam dos métodos convencionais de entrevista:

- a) anonimato: garante que as opiniões de cada membro do grupo sejam expressas através de questionários, sem que haja conhecimento prévio entre eles;
- b) interação com respostas controladas: é o modo de comunicação entre os membros do grupo;
- c) análise estatística das respostas: mecanismo que permite determinar a variação entre as opiniões dos especialistas, através da média, desvio padrão, tamanho da faixa do entrequartil, coeficiente de variação etc.

Neste trabalho, o método de Delfos é usado para avaliação da condição atual dos pavimentos e para a estimativa das matrizes de probabilidades de transição, por meio de previsões efetuadas por especialistas do DER-PR sobre a evolução da deterioração dos pavimentos a partir de um estado atual e por um determinado período de tempo.

3 – FATORES QUE CONDICIONAM O DESEMPENHO DOS PAVIMENTOS

Neste capítulo, apresentam-se as informações ambientais (climáticas e geotécnicas), as características dos pavimentos (tipo e estrutura) e o tráfego, que representam o conjunto de fatores que influenciam o desempenho do pavimento e que podem ser incluídos como variáveis independentes nos modelos de previsão de desempenho dos pavimentos.

3.1. Geologia e Geotecnia do Subleito

As informações sobre tipos de rochas e solos contribuem na análise do comportamento dos pavimentos em termos de materiais de construção das camadas constituintes e como terreno de fundação (subleito).

Os materiais foram caracterizados através de ensaios utilizados em projetos e no controle durante a execução dos serviços de pavimentação, obedecendo às especificações gerais para obras rodoviárias do DNER (1997). Com a caracterização tecnológica dos materiais de cada uma das regiões, foi possível efetuar o agrupamento de seções de pavimentos que apresentam características similares, em termos de rochas e solos.

De acordo com o ATLAS GEOGRÁFICO (1987), a geologia do território paranaense é constituída de cinco unidades ou regiões distintas (Figura 3.1).

FIGURA 3.1 – Regiões geológico-geotécnicas do Estado do Paraná (ATLAS GEOGRÁFICO, 1983).

3.1.1. Região I

Predominam rochas metamórficas (Primeiro Planalto), principalmente de gnaisses, migmatitos, granulitos, xistos, quartzitos, filitos, mármore e metabásicos. Ocorrem solos Cambissolos, Podzólicos vermelhos, Latossolos e Litólicos.

Com exceção da bacia de Curitiba, constituída de argilas plásticas pretas de húmus e areias brancas, que necessitam de remoção e substituição em seções de rodovias, os solos do Primeiro Planalto são predominantemente arenosos, denominados de saibros. De uma maneira geral, os solos arenosos apresentam valores elevados de CBR (na faixa de 15 a 37%) e baixa expansão (inferior a 0,5%) quando compactados na energia normal e submetidos a ensaios de Índice de Suporte de Califórnia (ISC) (DER-PR, 1977).

3.1.2. Região II

Predominam rochas sedimentares (Segundo Planalto), compostas de arenitos, siltitos, folhelhos, conglomerados e calcários. Preponderam a ocorrência de solos Cambissolos associados com solos Litólicos e outras associações com Podzólicos e Latossólicos. Nesta região, ocorrem diversos tipos de solos que podem ser classificados em solos arenosos, siltosos, silte-argilosos e argilosos, conforme o tipo de rocha.

De uma maneira geral, os solos arenosos apresentam valores de índice de suporte (CBR) elevado (na faixa de 15 a 23%) e expansão baixa (inferior a 0,5%) quando compactados com energia normal. A drenagem e a estabilidade dos taludes apresentam bom comportamento.

Os solos siltosos apresentam valores de CBR baixo (de 5 a 7 %) e expansão menor do que 2%. Tais características acarretam, muitas vezes, a remoção e substituição dos solos do subleito em seções de rodovias. A drenagem profunda e a estabilidade dos taludes requerem estudos e projetos especiais.

Os solos argilosos apresentam valores de CBR entre 13 e 17% e expansão inferior a 2% quando compactados na energia normal e submetidos a ensaios de ISC. A drenagem profunda e a estabilidade dos taludes normalmente não apresentam problemas (DER-PR, 1977).

3.1.3. Região III

Constitui a área em que predomina o basalto (Terceiro Planalto), do qual se originaram a Terra Roxa Estruturada, o Latossolo Roxo e o Latossolo Vermelho Escuro.

Os solos originados do basalto são, em geral, solos profundos e bem desenvolvidos. Sobre a formação Serra Geral ocorrem dois tipos principais de solos originados do

basalto (Latosolos Roxos e Terra Roxa Estruturada): no topo das elevações o solo é laterizado em alto grau (latossolos), constituindo a *terra roxa* e, da meia encosta para o fundo do vale, é menos desenvolvido, de pequena espessura, coloração variando de amarelo a castanho claro, assente sobre a rocha alterada, tendo como denominação litossolo. Os latossolos são solos argilosos pouco arenosos, vermelhos e marrom-avermelhados.

Os solos provenientes da decomposição do basalto apresentam um horizonte *A*, geralmente de pequena espessura. O horizonte *B*, com cor vermelha, tem grande espessura, é altamente laterizado e apresenta-se, por vezes, concrecionado. O horizonte *C* é constituído de basalto alterado, de cor que varia de cinza claro a amarelo e castanho escuro, altamente expansivo. Em geral, nos vales e encostas o horizonte *B* praticamente inexistente, assentando-se o horizonte *A* diretamente sobre o *C*.

Os latossolos e terra rocha estruturada, em geral, passam mais de 90 % na peneira ABNT número 200 (0,075 mm), com CBR atingindo valores, normalmente, superiores a 10 % e expansão inferior a 2 % quando compactados na energia normal. A estabilidade dos taludes tem mostrado excelente comportamento, devido à elevada coesão e baixa permeabilidade, características dos solos argilosos. Esses solos enquadram-se, em sua maioria, como solos do grupo A-7, conforme a classificação HRB (da AASHTO), e LG' na classificação MCT (DER-PR, 1977).

3.1.4. Região IV

É região do Arenito Caiuá, constituída predominantemente de solos arenosos finos lateríticos (Terceiro Planalto). O solo proveniente do arenito Caiuá (Podzólico Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro) é um solo arenoso fino a médio, bem drenado, com elevado grau de latossolização, muito espesso, atingindo a faixa de 20 a 25 m, inexistindo, praticamente, o horizonte *A*. O horizonte *B* é um areno-argiloso, de cor arroxeada, com matriz caulínica, e assenta-se sobre o horizonte *C* de rocha alterada. O horizonte *D* é inexistente e, por vezes, o *C* também inexistente,

situação em que o horizonte *B* assenta-se diretamente sobre o derrame basáltico (formação Serra Geral).

Os solos arenosos do Caiuá geralmente passam mais de 90 % na peneira ABNT número 40 (0,42 mm) e menos de 35% na número 200 (0,075 mm). Apresentam boa capacidade de suporte, onde o CBR atinge valores acima de 20 %, quando compactados na energia normal, e superior a 100 %, quando na energia modificada. A expansão é baixa, atingindo valores inferiores a 0,5 %. De um modo geral, esses solos enquadram-se como solos do grupo A-2-4, na classificação HRB (da AASHTO), e LA' na classificação MCT.

A drenagem subterrânea, em geral, é dispensável, pois o nível do lençol freático normalmente encontra-se bastante profundo, não sendo interceptado pelos cortes realizados em seções das vias. Devido à alta permeabilidade e baixa coesão, a estabilidade dos taludes é seriamente comprometida pelo processo de erosão provocada pela ação das águas das chuvas, exigindo com isso estudos e soluções adequados (DER-PR, 1977). O arenito Caiuá tem demonstrado excelente comportamento quando utilizado como camadas de sub-bases e bases de pavimentos, quer tratadas ou não com cimento (VILLIBOR et al., 1993).

3.1.5. Região V

Constituída de gnaisses e granitos e, também, de rochas metamórficas como quartzitos, itabiritos, filitos e calcários. As montanhas e os morros são circundados por extensas planícies de aluviões e pântanos que margeiam as baías de Paranaguá e Guaratuba.

Predominam nos aluviões as areias quartzosas (Podzólicas) e nas proximidades do mar há presença elevada de matéria orgânica, com o nível do lençol freático próximo à superfície. Com essas características, os solos não são indicados para as fundações das seções de rodovias e, normalmente, são removidos e substituídos.

3.1.6 – Seleção da Região

Para o presente trabalho, a Região III (região de basalto) foi escolhida como área de estudo em razão da sua importância sócio-econômica e às condições climáticas que nela predominam. Dentre as cinco regiões, é a que tem a maior área geográfica, com uma superfície equivalente a 42% da área do total do território do estado, e nela concentra-se a maior parte da população, sendo, também, responsável por um percentual significativo da produção agrícola bem como das atividades comerciais e industriais. Conseqüentemente, gera consideráveis volumes de tráfego que transitam em mais de cinco mil e trezentos quilômetros de rodovias pavimentadas, que correspondem a mais de 50% da malha rodoviária estadual (Tabela A.1, Anexo A).

A Região de basalto é uma faixa que atravessa todo o território paranaense, que se estende desde o sul (divisa com o Estado de Santa Catarina) até ao norte (divisa com o Estado de São Paulo). Por isso, está sujeita às variabilidades climáticas tanto de temperatura quanto de precipitação pluviométrica durante um período.

3.2 – Estrutura dos Pavimentos

O desempenho de um pavimento depende fundamentalmente da estrutura que foi concebida quando do dimensionamento, tanto de pavimentos novos como de reforços estruturais de pavimentos deteriorados.

O tipo de estrutura do pavimento determina os mecanismos de deterioração provocados pelas solicitações do tráfego e fatores climáticos. A deterioração do pavimento conduz à redução da vida em serviço do pavimento, que se manifesta em termos de diminuição da espessura efetiva e da capacidade estrutural.

A condição ou capacidade estrutural das camadas pode ser expressa pela deformabilidade elástica dos materiais e pela resistência ao acúmulo de deformações plásticas, à degradação granulométrica e ao trincamento por fadiga sob cargas repetidas do tráfego. Como os parâmetros associados à capacidade estrutural

influenciam o desempenho dos pavimentos, os modelos de previsão de desempenho geralmente utilizam medidas da resistência do pavimento, que resumem as interações complexas entre tipos de materiais, módulos de elasticidade, espessuras das camadas e condição da superfície do pavimento.

3.2.1 – Tipos de Pavimentos

Diversos tipos de pavimentos têm sido construídos, em razão das características do tráfego e das peculiaridades geológico-geotécnicas do Paraná. A malha rodoviária paranaense é composta essencialmente de pavimentos flexíveis. Entre os principais tipos de revestimentos asfálticos empregados nos pavimentos existentes nas rodovias da rede estadual, com ou sem intervenção de atividades de manutenção e reabilitação, são:

1 – concreto asfáltico (CA);	4 – tratamento superficial duplo (TSD);
2 – pré-misturado a quente (PMQ);	5 – tratamento superficial triplo (TST);
3 – pré-misturado a frio (PMF);	6 – lama asfáltica (LA).

Os tipos de materiais mais utilizados em camadas de bases são:

1 – brita graduada (BG);	5 – solo - cimento (SC);
2 – solo arenoso fino laterítico (SAF);	6 – solo-cal (SCA);
3 – solo brita (SB);	7 – macadame hidráulico (MH);
4 – solo melhorado com cimento (SMC);	8 – pré-misturado a quente (PMQ).

As camadas de sub-bases são constituídas dos seguintes materiais:

- 1 – brita graduada (BG);
- 2 – material natural (MN: solo, cascalho, saibro etc.);
- 3 – solo brita (SB);
- 4 – solo melhorado com cimento (SMC);
- 5 – macadame hidráulico (MH).

A Tabela 3.1 e a Figura 3.2 apresentam, respectivamente, as extensões e as porcentagens dos tipos de estrutura de pavimentos da malha rodoviária estadual, construídos até o ano de 1998.

TABELA 3.1 – Extensão de pavimentos com emprego de diversos tipos de estrutura.

EXTENSÃO DE PAVIMENTOS (km)				
BASE	REVESTIMENTO ASFÁLTICO			
	Concreto Asfáltico (CA)	Pré-Misturado a Frio	Tratamento Superficial (TS)	Outros (O)
Brita Graduada (BG)	2713,30	1757,24	753,88	
Solo – Cimento (SC)	881,08	70,77	733,68	
Solo Melhorado com Cimento (SMC)	430,16	85,97	1175,74	
Solo Estabilizado (SE)	270,02	84,97	506,67	
Outros (O)	203,81	127,12	96,11	45,54

Fonte: DER-PR, 1998

FIGURA 3.2 – Porcentagem dos tipos de camadas dos pavimentos da malha rodoviária do Paraná (DER-PR, 1996).

3.2.2 – Espessuras Típicas dos Pavimentos

Na região do basalto, estudada em detalhes neste trabalho e que representa mais de 40 % da extensão territorial do Estado do Paraná, as espessuras mais comuns encontradas em pavimentos de sub-base granular, base de brita graduada e revestimento de concreto asfáltico, sem reabilitação, são apresentadas na Tabela 3.2. A Tabela B.1 do Anexo B apresenta a relação de materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos construídos na Região III.

TABELA 3.2 – Espessuras das camadas de pavimentos sem reabilitação construídos na região de basalto do Estado do Paraná.

	REVESTIMENTO (Concreto Asfáltico)	BASE (Brita Graduada)	SUB-BASE Granular
Mínima (cm)	3,0	10,0	10,0
Máxima (cm)	10,0	20,0	30,0
Média (cm)	5,0	16,70	19,0
Desvio Padrão	1,85	3,36	4,14
Nº de Amostras	113	113	94

3.2.3 – Número Estrutural Corrigido dos Pavimentos

Segundo WATANADA et al. (1987), nos estudos realizados na PICR (PATERSON, 1987), o Número Estrutural Corrigido (SNC) foi reconhecido como a medida de resistência mais significativa do ponto de vista estatístico, principalmente quando da utilização em modelos de previsão de desempenho dos pavimentos.

O número estrutural corrigido é determinado em função do número estrutural (SN) do pavimento. O conceito do número estrutural utilizado neste trabalho é aquele estabelecido nas pesquisas realizadas na pista experimental da AASHTO (AASHTO, 1986), calculado pela equação:

$$SN = \sum a_i k_i \quad (3.1)$$

onde:

SN: número estrutural;

a_i : coeficiente estrutural da camada i ;

k_i : espessura da camada i , em cm.

Os coeficientes estruturais de revestimento de concreto asfáltico, bases e sub-bases granulares e de bases e sub-bases cimentadas foram determinados em função dos parâmetros de resistência, respectivamente: módulo de resiliência, CBR e resistência à compressão simples (RCS). Os coeficientes de outros tipos de camadas foram adotados, em vista que eles foram utilizados em estudos da PICR (QUEIROZ, 1981; PATERSON, 1987; WATANADA et al, 1987) e no Procedimento do DNER PRO-159/85. Os valores típicos dos coeficientes estruturais (a_i) dos materiais das camadas de pavimentos utilizados neste trabalho são:

a) Revestimentos asfálticos (a_1):

a.1) Concreto asfáltico: o valor do coeficiente de resistência é calculado com base na equação utilizada por QUEIROZ (1981):

$$a_1 = 0,46[1 - \exp(-0,000084MR)] \quad (3.2)$$

em que:

MR: módulo de resiliência em kgf/cm^2 , medido a 30 °C.

A equação 3.2 é aplicada para revestimentos com espessuras superiores a 3,0 cm.

Adotando módulo de resiliência, $MR = 30.000 \text{ kgf/cm}^2$, valor recomendado pelo DNER-PRO 159/85 (DNER, 1985), resulta em:

$$a_1 = 0,42$$

a.2) Pré-misturado a quente e pré-misturado a frio de baixa estabilidade: o valor adotado é aquele indicado por WATANADA et al. (1987):

$$a_1 = 0,20$$

a.3) Tratamentos superficiais: é adotado o valor indicado por WATANADA et al. (1987):

$$a_1 = 0,20$$

b) Bases (a_2)

b.1) Bases granulares (a_2): o coeficiente de resistência de bases granulares foi calculado com base na equação utilizada por QUEIROZ (1981), WATANADA et al (1987) e PATERSON (1987):

$$a_2 = (29,14CBR - 0,1977CBR^2 + 0,00045CBR^3) \times 10^{-4} \quad (3.3)$$

onde:

CBR: Índice de Suporte Califórnia da camada de base granular.

Para camadas de bases constituídas de brita graduada, solo-brita e solo arenoso fino laterítico foi adotado valor de $CBR = 80\%$, estabelecido pelo método de dimensionamento do DNER e pela Especificação DER/PR ES-P 08/91 – Solo Arenoso Fino Laterítico. Além do que, em ensaios realizados em laboratório, as amostras compactadas na umidade ótima, obtidas na energia Modificada, os valores de CBR atingiram acima de 80% . Desse modo, tem-se que: $a_2 = 0,129$

Valor adotado: $a_2 = 0,12$

b.2) Bases cimentadas (a_2): o valor do coeficiente de bases cimentadas foi calculado com base na equação utilizada por WATANADA et al. (1987):

$$a_2 = 0,075 + 0,039RCS - 0,00083RCS^2 \quad (3.4)$$

onde:

RCS: resistência à compressão simples, em MPa, aos 14 dias.

Foi adotado um valor de $RCS = 2,0$ MPa, mínimo valor desejável para bases de pavimento e pelo fato de que a dosagem de solo-cimento foi realizada pelo método simplificado da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland, 1986) onde a resistência à compressão simples, aos 7 dias, deve atingir, no mínimo, um valor de 2,0 MPa. O valor do coeficiente da camada:

$$a_2 = 0,15$$

c) Sub-bases (a_3)

c.1) Sub-bases granulares (a_3): o valor do coeficiente da camada de sub-bases granulares foi calculado pela equação utilizada por QUEIROZ (1981), PATERSON (1987) e WATANADA et al. (1987):

$$a_3 = 0,01 + 0,065(\log CBR) \quad (3.5)$$

Foi escolhido para camada de sub-base granular um valor de $CBR = 20\%$, uma vez que os pavimentos foram dimensionados pelo método do DNER. O coeficiente obtido é: $a_3 = 0,0945$

Valor adotado: $a_3 = 0,10$

c.2) Sub-bases cimentadas (a_3): foi adotada a equação 3.4 para o cálculo do coeficiente estrutural para camadas de sub-bases cimentadas, com RCS igual ou superior a 0,7 MPa. O valor obtido é igual a:

$$a_3 = 0,10$$

- d) Reforço do subleito: o coeficiente estrutural do reforço do subleito não foi considerado, uma vez que este tipo de camada não consta nos levantamentos de dados da estrutura do pavimento.

A capacidade estrutural dos pavimentos, nas datas das avaliações dos pavimentos, foi determinada em função dos materiais utilizados, das espessuras das camadas e da idade, que permitem o cálculo dos coeficientes estruturais efetivos. Para cada material, os valores iniciais dos coeficientes estruturais foram estimados através de métodos utilizados em estudos da PICR (QUEIROZ, 1981; PATERSON, 1987; WATANADA et al., 1987) e no procedimento do DNER-PRO 159/85.

O valor efetivo do coeficiente estrutural dos materiais (a_{ie}) foi determinado subtraindo-se, do valor inicial (a_{ii}), um valor obtido pela diferença entre o valor do coeficiente estrutural inicial e mínimo, multiplicado pela relação entre o valor da idade do pavimento considerado (I) e 25 anos, valor adotado como idade limite da vida de serviço do pavimento pelo DER-PR (1996). A expressão tem a seguinte forma:

$$a_{ie} = a_{ii} - (a_{ii} - a_{im}) \times \frac{I}{25} \quad (3.6)$$

O valor mínimo do coeficiente estrutural de cada material é aquele considerado pelo DER-PR (1996):

- a) camadas de revestimento asfáltico = 0,10;
b) camadas de bases e sub-bases = 0,08.

O número estrutural corrigido do pavimento é o número estrutural que leva em conta a resistência do subleito, em termos de CBR, no desempenho do pavimento (QUEIROZ, 1981; DNER-PRO 159/85; PATERSON, 1987; WATANADA et al. 1987), calculado pela equação:

$$SNC = SN + 3,51 \log CBR - 0,85(\log CBR)^2 - 1,43 \quad (3.7)$$

onde CBR é o índice de suporte Califórnia do subleito, nas condições de umidade e densidade *in situ*, em porcentagem.

A determinação do valor de CBR do subleito foi realizada com base nos dados colhidos junto a projetos de pavimentação e a laboratórios dos Centros Regionais do DER-PR. Como não se conseguiu obter valores de CBR de todas as seções da malha rodoviária estadual, uma estimativa dos valores representativos de CBR das seções para cada região (com exceção das Regiões I e V) foi efetuada como segue:

- a) determinou-se a média dos valores representativos de CBR de cada seção, de cada região;
- b) com a média dos valores de CBR, calculou-se o valor médio para cada região, devendo o valor médio estar compreendido entre mais ou menos duas vezes o desvio padrão (Tabela 3.3).

Com isso, pôde-se corrigir o número estrutural das seções de pavimentos (reabilitadas ou não) localizadas na Região III. Os valores desses números estruturais corrigidos são apresentados na Tabela C.1 do Anexo C.

TABELA 3.3– Valores representativos de CBR de três regiões do Estado do Paraná .

Região	Numero de Amostras	Média dos Valores de CBR	Desvio Padrão	Valor Mínimo de CBR	Valor Máximo de CBR
II	21	17	5	8	27
III	39	13	2	9	17
IV	27	27	3	22	33

3.3 – Tráfego

As solicitações do tráfego provocam a deterioração do pavimento ao longo de sua vida em serviço, associadas, ou não, com outros fatores (climáticos e idade). Os principais defeitos estruturais, associados à ação das cargas do tráfego, são as trincas por fadiga e as deformações permanentes nas trilhas de roda. Portanto, o conhecimento dos efeitos cumulativos das solicitações do tráfego é fundamental para os sistemas de gerência de pavimentos, em particular, no desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho.

3.3.1– Fatores de Veículos

A análise dos efeitos cumulativos das solicitações do tráfego sobre o desempenho dos pavimentos é dificultada em virtude de que o volume de tráfego e a magnitude das cargas aplicadas pelos veículos representam grande variação, no espaço e no tempo. Em razão disso, seus efeitos cumulativos têm de ser expressos por um denominador comum, os *Fatores de Equivalência de Cargas* (FEC). De um modo geral, os FEC podem ser representados na seguinte forma:

$$FEC = \frac{N_0}{N_i} \quad (3.8)$$

onde:

N_0 : número de aplicações admissíveis da solicitação da carga padrão;

N_i : número de aplicações admissíveis da solicitação i , para a qual quer se determinar a equivalência.

Os Fatores de Equivalência de Cargas (FEC) permitem a conversão de aplicações de diferentes solicitações em um número equivalente de aplicações da solicitação-padrão para produzir o mesmo efeito no pavimento.

Os Fatores de Equivalência de Cargas empíricos, geralmente, são calculados pelo método do Corpo dos Engenheiros do Exército Americano (TURNBULL, FOSTER e AHLVIM, 1962), presentes no *Método de Dimensionamento de Pavimentos*

Flexíveis do DNER (SOUZA, 1979) e no *Método de Projeto de Restauração de Pavimentos Flexíveis* –DNER-PRO 269/94 (DNER, 1994d), ou pelo método da AASHTO, modificado por TREYBIG E VON QUINTUS (1976), utilizado no *Método de Restauração de Pavimentos Flexíveis* – DNER-PRO 159/85 (DNER, 1985).

As expressões para o cálculo dos FECs da AASHTO e da USACE presentes nos referidos métodos do DNER são apresentadas na Tabela 3.4. Os valores da potência das expressões estabelecidas por AASHTO para o cálculo dos FECs foram determinados em função da serventia final e do número estrutural do pavimento.

TABELA 3.4 – Expressões para o cálculo dos Fatores de Equivalência de Cargas.

TIPOS DE EIXO	AASHTO	USACE
Simplex de rodagem simples	$FEC_{ss} = \left(\frac{P}{7,77} \right)^{4,32}$	$FEC_{ss} = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$ para $P < 08 \text{ t}$
Simplex de rodagem dupla	$FEC_{sd} = \left(\frac{P}{8,17} \right)^{4,32}$	$FEC_{sd} = 1,832 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$ para $P \geq 8 \text{ t}$
Tandem duplo de rodagem dupla	$FEC_{td} = \left(\frac{P}{15,08} \right)^{4,14}$	$FEC_{td} = 1,592 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$ para $P < 11 \text{ t}$
		$FEC_{td} = 1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$ para $P \geq 11 \text{ t}$
Tandem triplo de rodagem dupla	$FEC_{tt} = \left(\frac{P}{22,95} \right)^{4,22}$	$FEC_{tt} = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,355}$ para $P < 18 \text{ t}$
		$FEC_{tt} = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{3,579}$ para $P \geq 18 \text{ t}$

onde P é a carga bruta total sobre o eixo em t.

Os Fatores de Equivalência de Cargas do Método da AASHTO, em sua versão original, dependem do número estrutural (SN) e do índice de serventia final (p). As expressões para cálculo do FEC segundo o Método da AASHTO, apresentadas na

Tabela 3.4, foram desenvolvidas por QUEIROZ (1981), que utilizou a técnica de regressão para determinar uma curva que melhor se ajustasse aos resultados tabelados pela AASHTO, e consideram valores médios para o número estrutural ($SN = 3$) e um índice de serventia final mais baixo ($p_t = 2$). Portanto, previamente à consideração dessas expressões para o cálculo do Número N, função dos Fatores de Equivalência de Cargas, procedeu-se uma verificação do número estrutural médio, representativo dos pavimentos das rodovias do Estado do Paraná.

O número estrutural médio, considerando-se todas as seções da malha rodoviária analisadas, que totalizam mais de 700 seções, é de 3,4. Conseqüentemente, podem ser utilizadas as expressões da Tabela 3.4.

No Brasil, é permitida a circulação de veículos em rodovias de acordo com as resoluções estabelecidas pelo Conselho Nacional do Trânsito – CONTRAN (1998). As cargas e as configurações para diferentes tipos de eixos são mostradas na Tabela 3.5, e os valores dos FECs, determinados para diferentes tipos de eixo e de conformidade com as cargas limites legais, são apresentados na Tabela 3.6.

As cargas por eixo dos veículos comerciais que trafegam nas rodovias são determinadas com a passagem de diferentes categorias de veículos em postos de pesagem estabelecidos numa determinada seção, ou em uma seção com comportamento de tráfego similar.

A partir do conhecimento dos valores de FECs para diferentes categorias de veículos, determinadas numa estação de pesagem representativa da região e das porcentagens com que estas categorias de veículos ocorrem na seção considerada, calcula-se o Fator de Veículos (FV) representativo daquela seção. O Fator de Veículos é a somatória dos percentuais dos diferentes tipos de veículos, multiplicados pelos FECs de cada eixo em relação ao eixo padrão de 80 kN.

Para este trabalho, foram considerados os valores de Fatores de Veículos obtidos através dos postos de pesagem localizados no Estado do Paraná. Os dados foram extraídos da publicação *Tabelas de Fatores de Veículos* do DNER (1988), resultado

de uma pesquisa efetuada em 10 postos permanentes distribuídos nas regiões norte, centro, oeste e sul do Paraná (Figura 3.3 e Tabela 3.7).

TABELA 3.5 – Limites legais de carga por eixo ou conjunto de eixos (CONTRAN, 1998)

CONFIGURAÇÃO		DISTÂNCIA ENTRE EIXOS – d_e (m)	LIMITE LEGAL DE CARGA (kg)
Eixo isolado com 2 pneus		–	6.000
Eixo isolado com 4 pneus		–	10.000
Dois eixos conjugados com 6 pneus		$d_e \leq 1,20$	9.000
		$1,20 < d_e \leq 2,40$	13.500
Dois eixos conjugados com 8 pneus		$1,20 < d_e \leq 2,40$	17.000
		$d_e > 2,40$	20.000
Dois eixos não conjugados com 8 pneus		$1,20 < d_e \leq 2,40$	15.000
		$d_e > 2,40$	20.000
Três eixos conjugados com 12 pneus		$1,20 < d_e \leq 2,40$	25.500

TABELA 3.6 – Valores de Fatores de Equivalência para os limites legais de carga por eixo.

TIPOS DE EIXOS	FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA	
	AASHTO	USACE
Eixo simples de rodas simples	0,32	0,28
Eixo simples de rodagem dupla	2,39	3,29
Eixo tandem duplo de rodagem dupla	1,64	8,54
Eixo tandem triplo de rodagem dupla	1,56	9,34

FIGURA 3.3 – Postos de pesagem em rodovias no Estado do Paraná (DNER, 2001).

TABELA 3.7 Postos de pesagem permanentes localizados no Estado do Paraná.

CÓDIGO	RODOVIA	LOCALIZAÇÃO (km)	SEÇÃO
01	277/376	140	São Luís do Porunã
02	277/373	329	Guarapuava – Relógio
03	277	564	Cascavel – Três Pinheiros
04	277	718	Foz do Iguaçu – Medianeira
06	116	124	Curitiba – Quitandinha
07	277	32	Paranaguá – Curitiba
08	116	187	Rio Negro – Curitiba
09	376	301	Mauá – Ortigueira
11	153	4	Ourinhos – Jacarézinho
12	369	10	Ourinhos – Cambará

Fonte: DNER, 1988.

A Tabela 3.8 apresenta valores médios e os desvios padrão de Fatores de Veículos para cada posto de pesagem, calculados para os doze meses do ano de 1986, e considerando-se os FECs do método da AASHTO (1986). A Tabela 3.9 mostra a configuração gráfica dos principais veículos que circulam nas rodovias brasileiras.

TABELA 3.8 – Fatores de Veículos determinados pelo método da AASHTO, com base nos postos de pesagem permanente.

SEÇÃO	FATORES DE VEÍCULOS											
	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3
01	0,29	1,01	1,37	1,01	2,54	3,11	1,65	2,35	3,73	4,64	1,60	1,68
02	0,41	1,13	1,32	1,13	2,23	3,21	6,90	1,90	6,28	5,64	0,95	3,56
03	1,13	2,10	1,61	2,10	4,0	4,39	12,88	2,62	5,11	4,39	2,58	4,51
04	0,10	0,42	0,92	0,42	1,20	2,22	0,93	1,14	4,37	4,51	0,59	2,63
06	0,28	0,81	1,40	0,81	1,87	2,90	5,73	1,54	4,46	3,60	4,10	3,25
07	0,17	0,47	0,53	0,47	0,73	1,81	8,53	0,92	2,32	0,94	0,62	2,88
08	0,41	0,83	1,32	0,83	2,13	3,25	1,44	2,54	3,62	6,52	2,24	3,03
09	0,32	0,94	1,06	0,94	1,97	2,63	0,73	1,32	2,91	3,70	0,64	2,25
11	0,84	0,90	1,27	0,90	2,76	3,39	25,41	0,81	6,45	6,95	3,20	2,83
12	0,41	0,57	0,44	0,57	1,06	1,50	0,23	0,11	1,26	0,56	2,56	1,81
Média	0,44	0,92	1,12	0,92	2,05	2,84	6,44	1,53	4,05	4,15	1,91	2,84
Desvio Padrão	0,31	0,48	0,39	0,48	0,95	0,84	7,86	1,53	1,65	2,10	1,22	0,84

Fonte: DNER, 1988

Os fatores de veículos para as rodovias estaduais paranaenses foram estimados a partir das informações obtidas durante pesquisas de origem-destino (O/D) e de contagens volumétricas classificatórias realizadas pelo DER-PR em 1990 (DER-PR, 1990).

TABELA 3.9 – Classificação dos principais veículos da frota brasileira.

CONFIGURAÇÃO DO VEÍCULO		CLASSIFICAÇÃO DO DNER
		2C
		3C
		4C
		2S1
		2S2
		2S3
		3S1
		3S3
		2C2
		2C3
		3C2
		3C3

Fonte: DNER, 1998.

A composição porcentual dos veículos de carga da frota, ou seja, dos caminhões médios, pesados e articulados (reboques e semi-reboques) nas rodovias federais e estaduais que circulam no território paranaense, é apresentada na Tabela 3.10. A porcentagem de cada categoria de veículos de carga observada nas rodovias federais paranaenses é bastante similar às respectivas porcentagens de veículos de carga que transitam em uma das rodovias paulistas, segundo levantamento realizado por DEMARCHI (1999) ao longo de um trecho de 350 km de extensão da SP-330, a Via Anhangüera, entre Campinas e Igarapava, como apresenta a Tabela 3.11.

TABELA 3.10 – Porcentual de veículos de carga da frota que circulam nas rodovias do Estado do Paraná.

TIPOS DE VEÍCULO	PORCENTUAL	
	Rodovias Federais	Rodovias Estaduais
Caminhões médios: 2C	21,43	38,20
Caminhões pesados: 3C	47,62	42,80
Semi-reboques: 2S1	1,22	0,70
Semi-reboques: 3S1	0,12	2,30
Semi-reboques: 2S2	3,65	0,10
Semi-reboques: 2S3	24,54	15,10
Semi-reboques: 3S3	1,08	0,65
Reboques	0,34	0,15
Total	100,00	100,00

Fonte: DER-PR, 1990.

TABELA 3.11 – Porcentagem de veículos de carga da frota que transitam na Via Anhangüera SP-330 (DEMARCHI, 1999).

TIPOS DE VEÍCULO	PORCENTAGEM
Caminhões médios: 2C	17,7
Caminhões pesados: 3C	48,6
Semi-reboques: 2S1	0,5
Semi-reboques: 2S2	4,1
Semi-reboques: 2S3	24,8
Semi-reboques: 3S3	3,2
Outros	1,1
Total	100,00

O percentual de veículos de carga que circulam vazios é mediano, como mostra a Tabela 3.12. Os caminhões leves não foram incluídos, pois o seu fator de veículo é desprezível. O caminhão semi-reboque 3S2 foi excluído, visto que os valores dos fatores de veículos não constam da Tabela 3.8 do DNER, devido à participação inexpressiva (0,01%) entre os semi-reboques (DNER-PR, 1988), fato este também observado por DEMARCHI (1999).

TABELA 3.12 – Percentuais de veículos que trafegam vazios (DER-PR, 1990).

TIPO GRUPO DE VEÍCULOS	PORCENTUAL
Caminhões médios	44,6
Caminhões pesados	32,0
Semi-reboques	28,3
Reboques	25,2

Fonte: DER-PR, 1990

Com as informações disponíveis e com a finalidade de obtenção de fatores de veículos que representem as condições de tráfego das rodovias estaduais do Estado do Paraná, foram adotadas as seguintes considerações:

- a) os fatores de veículos foram estimados por grupos de veículos: ônibus, caminhões médios, caminhões pesados, caminhões articulados (reboques/semi-reboques) para todas as rodovias estaduais do Paraná;
- b) os fatores de veículos para ônibus foram adotados como sendo igual a 0,67, calculado pelo método da AASHTO, resultado da pesquisa realizada por MENEZES et al. (1988) no Estado de Pernambuco, entre 1986 e 1988. Tal consideração foi adotada pois na publicação *Tabela de Fatores de Veículos* (DNER, 1988) não consta a pesagem de ônibus e nem foi estimado pelo DER-PR (que adota fator de veículos do caminhão médio 2C);

- c) os fatores de veículos não foram considerados para caminhões pesados do tipo 4C, pois em levantamentos feitos nas pesquisas origem-destino foi registrada uma presença inexpressiva (DER, 1990) e do tipo semi-reboque 3S2, por não constar na *Tabela dos Fatores de Veículos* do DNER (DNER, 1988);
- d) o fator de veículos para reboques foi adotado como sendo a média dos valores de fatores de veículos para as configurações 2C2, 2C3, 3C2 e 3C3 observadas na Tabela 3.8 (método da AASHTO). A Tabela 3.13 apresenta os fatores de veículos por tipo de veículos de carga e sua respectiva porcentagem de participação na frota;
- e) os fatores de veículos para articulados foram considerados como sendo um só valor, obtido pela média ponderada dos valores médios dos fatores de veículos dos semi-reboques e reboques, cujos fatores de ponderação são as respectivas porcentagens fornecidas pela Tabela 3.13;

Os fatores de veículos adotados para grupo de veículos ônibus, caminhões médios, caminhões pesados e articulados para a rede rodoviária do Paraná são apresentados na Tabela 3.14.

TABELA 3.13 – Fatores de Veículos por tipo de veículos de carga para as rodovias estaduais do estado do Paraná.

TIPOS DE VEÍCULOS	PORCENTUAIS	FATORES DE VEÍCULOS
Caminhões médios 2C	38,20	0,44
Caminhões pesados 3C	42,80	0,92
Semi-reboques 2S1	0,70	0,92
Semi-reboques 2S2	0,10	2,05
Semi-reboques 3S1	2,30	6,44
Semi-reboques 2S3	15,10	2,84
Semi-reboques 3S3	0,65	1,53
Reboques	0,15	3,23

TABELA 3.14 – Fatores de Veículos adotados por grupo de veículos de carga.

TIPO DE GRUPO DE VEÍCULOS	FATORES DE VEÍCULOS
Ônibus	0,67
Caminhões médios	0,44
Caminhões pesados	0,92
Caminhões articulados	3,16

Os valores dos fatores de veículos obtidos por grupos de veículos de carga para a malha rodoviária estadual paranaense aproximam-se bastante dos valores dos fatores de veículos obtidos por MARCON (1996) para a malha rodoviária do Estado de Santa Catarina, como mostra a Tabela 3.15.

TABELA 3.15 – Fatores de Veículos adotados por grupo de veículos de carga para a malha rodoviária catarinense (MARCON, 1996).

TIPO DE GRUPO DE VEÍCULOS	FATORES DE VEÍCULOS
Ônibus	0,67
Caminhões médios	0,68
Caminhões pesados	1,07
Caminhões articulados	3,34

3.3.2 – Número Equivalente de Operações do Eixo Padrão – N

A estimativa dos volumes médios diários e das respectivas taxas de crescimento foi determinada com base nas séries históricas de tráfego e em contagens volumétricas classificatórias efetuadas em cada seção, cujos dados foram obtidos das contagens realizadas periodicamente pelo DER-PR.

A frota de veículos circulante foi classificada com base nas contagens classificatórias dos veículos, em carros de passeio, ônibus, caminhões leves, caminhões médios, caminhões pesados e reboques e semi-reboques. Também foram calculados os percentuais de participação de cada categoria de veículo em cada seção.

A taxa de crescimento anual de cada categoria de veículo foi estimada com base nos levantamentos de contagem de tráfego e nos estudos sócio-econômico realizados pelo DER-PR (DER-PR, 1996).

O Anexo D apresenta o número de veículos (com as respectivas taxas de crescimento) que transitam em cada seção de pavimento de concreto asfáltico localizadas na Região III.

As estimativas dos números solicitações equivalente ao eixo padrão de 80 kN (N), para cada seção, foram efetuadas com base nos Fatores de Equivalência de Cargas da AASHTO (1986). Esses números N são:

- a) número equivalente de solicitações nos anos de avaliação dos pavimentos realizadas em 1995, 1998 e 2002 (avaliação subjetiva): N_{95} , N_{98} e N_{02} , respectivamente;
- b) número equivalente de solicitações cumulativas, desde a construção até os anos de avaliação: Nac_{95} , Nac_{98} e Nac_{02} .

Os valores do número de solicitações do eixo padrão N (anuais: 1995, 1998 e 2002; cumulativas: até 1995, 1998 e 2002) são apresentados nas Tabelas E.1 do Anexo E.

3.4 – Clima

Temperatura e pluviometria são fatores climáticos que influenciam o desempenho global dos pavimentos ao longo do tempo. Temperaturas elevadas diminuem a rigidez dos revestimentos asfálticos, contribuindo para o acúmulo de deformação

permanente nas trilhas de roda do pavimento, enquanto que temperaturas baixas, por aumentar a rigidez, estão associadas às trincas de origem térmica (ruptura frágil).

O volume e a frequência das precipitações pluviométricas contribuem para o enfraquecimento estrutural das camadas do pavimento e para a aceleração da deterioração do ligante betuminoso, podendo ocasionar, conseqüentemente, os defeitos de deformação permanente, trincas em bloco, panelas e desgaste da camada de revestimento asfáltico.

3.4.1 – Temperatura

No estado do Paraná, onde o clima predominante é do tipo subtropical, a temperatura é influenciada por quatro fatores macro-climáticos: a migração das massas de ar da Zona Atlântica equatorial e tropical de pressão baixa, nos meses de verão, em direção ao Sul; as massas de ar polar, nos meses de inverno, em direção ao Norte; a interferência dos ventos alísios, de sudeste; e a corrente marítima quente do Brasil, em direção ao sul. Associado a esses fatores está a altitude, que possibilita interpretar que, excetuando-se o litoral, as temperaturas diminuem do Norte para o Sul e das mais baixas para as mais elevadas altitudes (ATLAS GEOGRÁFICO, 1987).

A Figura 3.4 mostra a localização dos 36 postos meteorológicos onde foram coletados os dados sobre temperaturas em sete regiões do Estado do Paraná, e a Tabela 3.16 apresenta a distribuição de temperaturas mínimas e máximas, bem como as médias mensais históricas, fornecidas pelos postos meteorológicos (SIMEPAR, 2002).

Com base nos dados, tem-se que a amplitude térmica média anual paranaense (diferença entre as temperaturas máximas e mínimas) varia entre 12°C e 13°C, com exceção do litoral, onde esses valores situam-se entre 8°C e 9°C.

Em termos de temperatura média anual, considerando-se também as características geológico-geotécnicas (Figura 3.1), o Primeiro Planalto (Região I) é o mais frio, onde predominam as marcas de 15°C a 18°C. Na porção sul do Segundo Planalto

(Região II), ocorrem características idênticas às do Primeiro, mas, na sua porção Norte, são registradas temperaturas entre 18°C e 20°C . O Terceiro Planalto é o que apresenta maior variação térmica. As temperaturas sobem do extremo sul (mais alto, em Palmas, com 15°C a 16°C) para o extremo Norte, onde ocorre temperatura média de 22°C , o que evidencia a influência da altimetria.

FIGURA 3.4 – Localização das sete regiões para efeito de caracterização climática do Estado do Paraná (SIMEPAR, 2002).

As informações sobre temperaturas mínima e máxima, mínima absoluta e máxima absoluta permitem, pela nova especificação SUPERPAVE para materiais asfálticos, selecionar um ligante betuminoso em função do desempenho sob condições climáticas da região em que será empregado. Para tanto, são consideradas as maiores temperaturas médias das máximas de 7 dias consecutivos do pavimento e a mais baixa temperatura do pavimento do mês mais frio de cada ano. Tais temperaturas podem ser estimadas com base nas temperaturas mínimas e máximas do ar (RUBER, 1993).

TABELA 3.16 – Temperaturas mínima e máxima do Estado do Paraná.

M Ê S	REGIÃO													
	LIT		CAP		CENT		SUL		SO		O		N	
	Período 1978-2000		Período 1970-2000		Período 1954-2000		Período 1988-2000		Período 1979-2000		Período 1972-2000		Período 1978-2000	
	M í n	M á x	M í n	M á x	M í n	M á x	M í n	M á x	M í n	M á x	M í n	M á x	M í n	M á x
1	20,6	30,3	16,2	25,9	16,5	26,9	16,6	27,4	18,0	29,0	19,0	28,5	19,2	28,3
2	21,1	30,4	16,7	26,2	16,6	26,4	16,8	27,3	18,0	28,3	18,9	28,3	19,4	28,5
3	20,2	29,1	15,7	25,0	15,5	25,9	15,8	26,3	16,8	27,9	18,2	28,2	18,7	28,2
4	18,0	27,0	13,3	22,6	13,1	23,7	13,2	23,8	14,7	25,2	15,9	25,8	16,8	26,3
5	16,1	25,2	10,6	20,5	10,1	21,0	10,3	21,1	11,8	22,2	13,3	22,5	15,0	23,7
6	13,1	22,9	8,7	19,3	8,5	19,4	8,6	19,5	10,0	20,1	11,5	20,5	13,7	22,2
7	12,7	22,5	8,4	19,1	8,4	19,6	8,2	19,8	9,9	20,6	11,2	20,9	13,3	22,7
8	13,4	22,8	8,9	20,2	9,5	21,4	9,3	21,4	11,3	22,8	12,5	22,8	14,5	24,5
9	14,8	23,1	9,9	20,3	10,6	21,9	10,9	22,1	12,0	23,4	13,5	24,0	15,1	25,3
10	16,8	25,2	12,3	22,0	12,9	24,0	12,9	24,0	14,5	25,6	15,8	26,3	16,0	26,3
11	18,3	27,4	13,8	23,8	14,3	25,6	14,3	25,9	16,0	27,4	16,4	26,9	17,5	27,8
12	19,8	29,1	15,4	25,2	15,8	26,4	15,6	26,8	17,5	28,5	18,6	28,3	18,5	27,9
Média	17,1	26,3	12,5	22,5	12,7	23,5	12,7	23,8	14,2	25,1	15,4	25,3	16,5	26,0
$\bar{X}$ σ	21,7 5,55		17,5 5,84		18,1 6,26		18,2 6,40		19,6 6,35		20,3 5,80		21,2 5,32	

$\bar{X}$: média aritmética
 σ : desvio padrão

Fonte: SIMEPAR, 2002.

onde:

N: norte; LIT: litoral; CEN: central; SO: sudoeste;
 S: sul CAP: capital; O: oeste.

A Tabela 3.17 apresenta temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta históricas do Estado do Paraná.

TABELA 3.17 – Temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta histórica do Estado do Paraná.

TEMPERATURA (°C)	REGIÃO						
	LIT	CAP	CEN	SUL	SO	O	N
	1978 a 2000	1970 a 2000	1954 a 2000	1979 a 2000	1979 a 2000	1972 a 2000	1958 a 2000
MÍNIMA ABSOLUTA	- 0,2	- 6,0	- 6,8	- 5,7	- 3,8	- 4,2	- 4,7
MÁXIMA ABSOLUTA	41,0	33,9	36,0	36,6	36,7	36,6	37,6

Fonte: SIMEPAR, 2000

O grau de desempenho (PG, *Performance Grade*) do ligante é constituído por dois números: o primeiro número representa a temperatura até a qual o ligante possui propriedades físicas adequadas, caracterizadas através de ensaios que avaliam a resistência ao acúmulo de deformação permanente; o segundo número, que também é uma temperatura, significa que o ligante possui propriedades físicas adequadas no pavimento, determinadas por ensaios que avaliam a resistência às trincas de contração de origem térmica, até aquela temperatura, normalmente correspondente à mínima temperatura do local (ASPHALT INSTITUTE, 1995).

O SUPERPAVE recomenda que em climas muito quentes, em locais de tráfego com velocidade muita baixa ou estática, ou tráfego com elevada porcentagem de caminhões pesados ou com um número muito alto de repetições de eixo equivalente a 80 kN esperados (mais de 30 milhões), se aumente em um ou dois graus de PG (correspondente, respectivamente, a 6°C ou 12°C) a temperatura máxima para a seleção de ligantes. A Tabela 3.18 apresenta a classificação de ligantes betuminosos pelo método SUPERPAVE.

TABELA 3.18 – Graus do ligante SUPERPAVE.

A ALTA TEMPERATURA	A BAIXA TEMPERATURA
PG 46	-34, -40, -46
PG 52	-10, -16, -22, -28, -34, -40, -46
PG 58	-16, -22, -28, -34, -40
PG 64	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 70	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 76	-10, -16, -22, -28, -34
PG 82	-10, -16, -22, -28, -34

A seleção do ligante betuminoso pelo método SUPERPAVE depende, portanto, das temperaturas dos pavimentos, que podem ser determinadas por equações que as correlacionam com as temperaturas máxima e mínima do ar:

a) Temperatura máxima de projeto (do pavimento):

$$T_{20 \text{ mm}} = 0,9545(T_{\text{ar}} - 0,00618\text{Lat}^2 + 0,229\text{Lat} + 42,2) = 17,78 \quad (3.9)$$

onde:

- $T_{20 \text{ mm}}$: temperatura máxima a uma profundidade de 20 mm da camada de revestimento asfáltico, °C;
- T_{ar} : média da máxima temperatura do ar durante 7 dias consecutivos, °C;
- Lat : latitude geográfica da região, em graus.

b) Temperatura mínima de projeto (do pavimento):

$$T_{\text{mín}} = 0,859T_{\text{ar}} + 1,7 \quad (3.10)$$

onde:

- $T_{\text{mín}}$: temperatura mínima do pavimento, em °C;
- T_{ar} : temperatura mínima do ar, em °C.

No caso do Estado do Paraná, com base nas informações climáticas obtidas da região oeste, por exemplo, localizada na latitude 24°18,0'S e na longitude 53°55,0'W, a Tabela 3.19 apresenta as temperaturas mínima, máxima, mínima absoluta e máxima absoluta dessa região registradas nos períodos: 1973 a 1990, de 1991 a 1995, 1996, 1997, 1998, 1999 e 2000 (Anexo F).

Utilizando-se as equações 3.9 e 3.10 e as informações apresentadas na Tabela 3.19, foram determinados os valores da temperatura máxima do pavimento e a temperatura mínima do mês mais frio, como mostra a Tabela 3.20.

TABELA 3.19 – Temperaturas mínima, máxima, mínima absoluta e máxima absoluta da região oeste do Estado do Paraná.

TEMPERATURA (°C)	ANO						
	1973 - 1990	1991-1995	1996	1997	1998	1999	2000
MÍNIMA	10,6	9,3	7,5	12,2	10,7	9,6	5,9
MÁXIMA	32,1	33,4	31,8	32,4	33,3	32,0	33,3
MÍNIMA ABSOLUTA	-5,2	-2,6	-1,2	1,2	2,4	-1,5	-4,6
MÁXIMA ABSOLUTA	41,2	37,8	35,2	37,0	36,8	37,7	36,2

Com a Tabela 3.20, pode-se afirmar que na Região III (que inclui a região oeste) do Estado do Paraná deve-se utilizar um ligante SUPERPAVE PG 64 -10, o que significa que o ligante deve apresentar propriedades físicas adequadas de -10°C a 64°C.

Apesar do avanço teórico e, conseqüentemente, da maior probabilidade de sucesso, deve-se destacar que o método SUPERPAVE não representa uma garantia absoluta de bom comportamento do pavimento, já que a fadiga dos ligantes depende muito da estrutura do pavimento e da solicitação do tráfego. Por outro lado, a deformação permanente está diretamente relacionada com a capacidade da mistura betuminosa

em absorver as tensões geradas pelo tráfego, o que depende em grande parte das propriedades do agregado.

No caso de trincas térmicas, a escolha do ligante adequado pode eliminar o problema das trincas a baixas temperaturas, uma vez que elas dependem quase exclusivamente da resistência à tração do ligante. Tudo isso significa, portanto, que a seleção do ligante depende de uma série de fatores que o engenheiro deve considerar na previsão do desempenho do pavimento.

TABELA 3.20 – Temperaturas máximas e mínimas de projeto ou do pavimento.

TEMPERATURA (°C)	ANO						
	1973 1990	1991 1995	1996	1997	1998	1999	2000
MÍNIMA	10,8	9,7	8,2	12,2	10,9	10,0	6,8
MÁXIMA	54,3	55,5	54,0	54,6	55,4	54,9	56,11
MÍNIMA ABSOLUTA	-2,8	-0,5	0,7	2,7	3,8	0,4	-2,3
MÁXIMA ABSOLUTA	63,7	59,6	57,2	58,9	58,7	59,5	58,2

3.4.2 – Pluviometria

O Paraná localiza-se em uma região de transição climática, onde as precipitações pluviométricas ocorrem com regularidade e são bem distribuídas ao longo do ano (ATLAS GEOGRÁFICO, 1987). No território paranaense, além dos macro-fatores que interferem nas condições climáticas regionais, a exemplo das correntes marítimas e das massas de ar atlânticas, o relevo local é o fator que mais contribui para a caracterização pluviométrica no Estado, com formação de chuvas orográficas. Em geral, o volume das chuvas diminui no sentido do Sul para o Norte do Estado, com médias pluviométricas situadas entre 1.200 mm e 1.300 mm anuais.

Na Serra do Mar, as massas de ar atlânticas provocam precipitações cujo índice pluviométrico situa-se em torno de 4.000mm anuais. O mesmo efeito orográfico é provocado pela escarpa Devoniana (Serra de São Luiz – Segundo Planalto), onde

ocorrem chuvas em volume de 100 mm a 300 mm a mais que no Primeiro Planalto, repetindo-se na Escarpa da Serra da Esperança, na transição do Segundo para o Terceiro Planalto, região onde chove cerca de 500 a 600 mm a mais que no restante dos três planaltos paranaenses.

O Norte e o Nordeste são as regiões onde ocorre o menor volume de chuvas. Nas altitudes inferiores a 600 m, chove de 1.200 mm a 1.300 mm anuais. A Tabela 3.21 apresenta valores médios mensais e anuais de precipitação pluviométrica histórica em sete regiões do Estado.

TABELA 3.21 – Precipitação mensal média histórica nas regiões do Estado do Paraná.

MÊS	REGIÃO						
	LIT	CAP	CENT	SUL	SO	O	N
Janeiro	285	183	198	177	195	194	217
Fevereiro	244	140	157	154	185	173	163
Março	236	127	148	140	125	143	148
Abril	118	81	142	97	177	162	104
Maio	112	107	196	130	218	203	132
Junho	104	96	141	120	175	129	113
Julho	99	93	140	109	158	113	76
Agosto	80	71	102	81	109	103	60
Setembro	131	110	161	131	174	145	120
Outubro	152	126	160	154	227	221	161
Novembro	151	114	178	133	195	190	144
Dezembro	202	157	262	158	185	189	213
Média anual	160	117	165	132	177	164	138

Fonte: SIMEPAR, 2000.

3.4.3 – Síntese do Clima do Estado do Paraná

Com base nas informações disponíveis no ATLAS GEOGRÁFICO (1987), SIMEPAR (2000) e NERY et al. (1998), tem-se que:

- a) a temperatura diminui do Sul em direção ao Norte do estado, em que as temperaturas mais baixas são registradas em localidades de altitude elevada e provocadas pela penetração da massa de ar polar;
- b) a distribuição pluviométrica é quase uniforme e ocorre com regularidade ao longo do ano, com médias situadas entre 1.200 e 1.300 mm anuais;
- c) existe uma boa correspondência entre as regiões divididas em termos de geologia e geotecnia e as zonas climáticas, conforme os dados apresentados nas Tabelas 3.16 e 3.21;
- d) a Região III (Figura 3.1), região do basalto localizada no Terceiro Planalto paranaense, abrange, segundo a SIMEPAR, as regiões climáticas Norte, Oeste, Sudoeste e porções do Sul e Central, cuja amplitude térmica, na média, é pequena, como mostra a Tabela 3.16 e a Carta Climática do Paraná (Figura 3.5). Portanto, o clima dessa região pode ser considerado uniforme.

FIGURA 3.5 – Temperaturas médias do Estado do Paraná (IAPAR, 2002).

4 – MODELOS ESTATÍSTICOS E MODELOS PROBABILÍSTICOS

4.1 – Introdução

Nesta pesquisa são desenvolvidos dois tipos de modelos de previsão de desempenho de pavimentos. Os modelos estatísticos são baseados em séries históricas de dados, que são arranjados em matrizes fatoriais visando a identificação dos fatores e interações que têm efeitos significativos sobre os parâmetros de desempenho dos pavimentos e o estabelecimento de equações de regressão através de Análise de Variância (ANOVA).

Os modelos probabilísticos são desenvolvidos a partir dos resultados da avaliação da condição atual dos pavimentos, pois são baseados no processo de Markov, que considera o estado futuro dependente apenas do estado presente. Para a previsão do desempenho dos pavimentos ao longo do tempo são estabelecidas matrizes de probabilidades de transição, que representam o consenso das opiniões de especialistas, obtido através do Método de Delfos.

4.2 – MODELOS ESTATÍSTICOS

4.2.1 – Planejamento Fatorial

O planejamento fatorial tem por objetivo elaborar uma programação de experimentos, em que são estabelecidos quais e de que maneira são arranjadas

as variáveis de entrada no sistema, de modo a permitir a observação e a identificação das causas de alteração nas variáveis de saída ou respostas do sistema.

Segundo McLEAN & ANDERSON (1984), o objetivo do planejamento fatorial é arranjar as células onde serão efetuadas as observações de modo que sejam obtidas as estimativas dos efeitos dos fatores sobre as variáveis de interesse com a menor variância possível.

Métodos estatísticos são usados para analisar os dados, garantir que as conclusões sejam fundamentadas e fornecer objetividade ao processo de tomada de decisão. Segundo MONTGOMERY (1991), uma metodologia adequada consiste das seguintes etapas:

- **reconhecimento e formulação do problema:** identificação de um problema que pode ser estudado ou resolvido através de experimentação. Consiste em desenvolver uma investigação, incluindo seus objetivos, custos e benefícios;
- **seleção dos fatores e níveis:** definição dos fatores (variáveis independentes), a faixa de variação de cada um deles e os níveis específicos. Um bom critério é incluir muitos fatores com poucos níveis, quando se tratar de uma investigação geral, e incluir poucos fatores com muitos níveis, quando se tratar de estudo detalhado. No caso de fatores quantitativos, recomenda-se adotar 3 níveis para avaliação de não-linearidade, geralmente o valor médio e os intervalos mais ou menos um desvio padrão;
- **definição do espaço de inferência:** define-se a localidade geográfica de uma região com determinadas características onde se pretende realizar a experimentação;
- **definição do projeto de experimento:** define-se a técnica experimental, selecionam-se as variáveis respostas (variáveis dependentes) do sistema, define-

se o número de repetições (réplicas) e a ordem dos ensaios, de maneira que seja possível minimizar os custos e o tempo de execução dos ensaios;

- **condução dos experimentos:** consiste em monitorar o processo para garantir o cumprimento do plano estabelecido, pois qualquer erro no procedimento experimental pode invalidar o resultado do experimento;
- **análise dos resultados:** o uso de métodos estatísticos para analisar dados permite que as conclusões dos experimentos sejam objetivas e fundamentadas;
- **conclusões e recomendações:** inicialmente, formula-se uma hipótese de um sistema ou processo; em seguida, realiza-se um experimento para verificar esta hipótese; com base nos resultados, formulam-se, sucessivamente, novas hipóteses; finalmente, as conclusões, que devem ser válidas e objetivas, são documentadas em um relatório.

4.2.2 – Variáveis Independentes: Fatores e Níveis

Em planejamento de um experimento é necessário, a priori, definir os fatores (variáveis independentes) e os respectivos níveis, bem como as variáveis dependentes a serem medidas. Vários são os fatores que afetam a deterioração dos pavimentos, mas a inclusão de muitos fatores implicaria em grande quantidade de dados, custos elevados e na demora para o estudo.

Os fatores adotados neste trabalho são aqueles julgados os mais importantes para o desempenho dos pavimentos e que constam dos principais modelos de previsão de desempenho de pavimentos utilizados por organismos rodoviários.

Os programas para gerência de pavimentos rodoviários HDM-III e HDM-IV consideram que a evolução da deterioração de um pavimento depende, fundamentalmente, de quatro variáveis globais: tráfego, idade do pavimento, clima e capacidade estrutural. Assim sendo, para esta pesquisa, os fatores escolhidos são:

- **Idade do pavimento:** para se obter modelos de previsão de desempenho acurados e confiáveis, são escolhidas faixas de diferentes idades (desde a construção original ou desde o último recapeamento), de maneira tal que sejam adequadamente representadas as fases principais de deterioração de um pavimento. Em geral, pode-se definir três etapas na vida de um pavimento (Figura 4.1).

FIGURA 4.1 – Fases na vida de um pavimento

- etapa inicial: desde a construção original (ou reabilitação estrutural) até o início da deterioração, com o pavimento apresentando, geralmente, bom estado (até 5 a 6 anos, aproximadamente);
 - etapa intermediária: início e desenvolvimento da deterioração, até atingir o estado regular (5 ou 6 a 11 anos);
 - etapa terminal: o pavimento mostra sinais evidentes de deterioração e seu nível de serviço é reduzido substancialmente, atingindo o nível mínimo de aceitabilidade (12 a 15 anos).
- **Tráfego:** expresso pelo número de solicitações equivalentes do eixo padrão de 80 kN (número N), obtido a partir do volume médio diário, dos fatores de equivalência de carga e das taxas de crescimento. Se o N for inferior a 10^5 , o

tráfego é considerado leve; se estiver entre 10^5 e 10^7 , o tráfego é médio; e se for superior a 10^7 , pesado;

- **Número estrutural corrigido do pavimento:** está associado à capacidade estrutural do pavimento, levando em conta também a resistência do subleito. Em geral, capacidades estruturais elevadas, médias e baixas estão associadas a números estruturais superiores a 5, entre 2 e 5 e inferiores a 2, respectivamente.

Como as seções de pavimentos analisadas pertencem a uma mesma região, não é possível, neste trabalho, considerar o fator “condições climáticas”.

4.2.3 – Variáveis Dependentes

As variáveis dependentes são os resultados das avaliações efetuadas nos pavimentos em serviço, que representam sua condição funcional ou estrutural. Esses parâmetros foram levantados na região III (região de basalto), inserida no Terceiro Planalto do Estado do Paraná, que apresenta características similares quanto à geologia, geotecnia e clima. As variáveis dependentes são as seguintes:

- **avaliação subjetiva da condição da superfície do pavimento;**
- **avaliação funcional: irregularidade longitudinal do pavimento;**
- **avaliação estrutural: deflexão recuperável do pavimento.**

4.2.4 – Experimento Fatorial

Experimento fatorial é uma técnica utilizada para investigar os efeitos dos fatores e de suas interações sobre a variável de interesse (variável dependente) com a menor variância possível.

O que dificulta um experimento fatorial é a presença de efeitos de fatores não controlados, como por exemplo, pequenas diferenças de espessuras das camadas do pavimento, de temperaturas quando de uma avaliação estrutural etc. Essas variações do acaso ou variações aleatórias, sempre presentes, não são quantificadas individualmente e podem alterar totalmente os resultados de um experimento.

Deve-se, portanto, verificar se as diferenças observadas em um experimento têm ou não têm importância, isto é, se são ou não significativas. Uma diferença não-significativa se aceita como possivelmente devida ao acaso, sendo deixada de lado até que nova hipótese seja formulada.

Os experimentos devem obedecer aos seguintes princípios básicos:

- a) consideração de réplicas: dados similares, ou seja, que representam a mesma informação e que são tomados mais de uma vez, de modo a se obter uma estimativa do erro experimental. O número total de ensaios do experimento depende do número de réplicas, sendo que no presente trabalho foram consideradas, sempre, duas réplicas;
- b) casualização ou aleatorização: a condição de aleatoriedade (por exemplo, definição aleatória da ordem em que os experimentos são ensaiados) pressupõe que as variações devidas aos fatores e níveis considerados sejam iguais, se os efeitos dos fatores não forem diferentes. Muitas vezes, como no caso de avaliações da condição de pavimentos, a aleatoriedade é difícil de ser obedecida, pois por razões econômicas as seções são avaliadas à medida em que o trecho de rodovia é percorrido;
- c) controle local: a seção analisada deve ser tão homogênea quanto possível, ou seja, a variação dos fatores que definem a célula da matriz fatorial deve ser a menor possível.

4.2.5 – Matriz Fatorial

Para compor a matriz fatorial foram selecionados os principais fatores que condicionam o desempenho dos pavimentos, que são a idade, o tráfego e o número estrutural corrigido. A faixa coberta por esses fatores, ou seja, o intervalo entre os níveis inferiores e superiores considerados, bem como o clima e a geologia encontrados na região em estudo, define o espaço de inferência no qual os resultados são aplicáveis.

De acordo com a avaliação feita no ano de 1998, a idade dos pavimentos de concreto asfáltico varia de 5 a 27 anos, enquanto que o valor acumulado do tráfego N compreende de 7×10^3 a 5×10^6 e o número estrutural corrigido, de 3,0 a 9,0.

São estabelecidas matrizes fatoriais para pavimentos não reabilitados e reabilitados, avaliados em 1995 e em 1998. Consideram-se, inicialmente, os pavimentos não reabilitados:

a) Pavimentos não reabilitados e avaliados em 1995:

- **Fator A:** idade, com três níveis, codificados por a_1 (-1), a_2 (0) e a_3 (+1):
 - nível a_1 : $1b \leq 8$ anos (pavimento novo);
 - nível a_2 : $9 \leq 1m \leq 16$ anos (pavimento de idade intermediária);
 - nível a_3 : $1a \geq 17$ anos (pavimento velho).
- **Fator B:** tráfego anual, com dois níveis, codificados por b_1 (-1) e b_2 (+1):
 - nível b_1 : $Nb \leq 5 \times 10^4$ (tráfego baixo);
 - nível b_2 : $Na > 5 \times 10^4$ (tráfego alto).
- **Fator C:** número estrutural corrigido, com dois níveis, codificados por c_1 (-1) e c_2 (+1):
 - nível c_1 : $S \leq 5,5$ (baixo);
 - nível c_2 : $S > 5,5$ (alto).

b) Pavimentos não reabilitados e avaliados em 1998:

- **Fator A:** idade, com três níveis codificados por a_1 (-1), a_2 (0) e a_3 (+1):
 - nível a_1 : $1b \leq 11$ anos (pavimento novo);
 - nível a_2 : $12 \leq 1m \leq 18$ anos (pavimento de idade intermediária);
 - nível a_3 : $1a \geq 19$ anos (pavimento velho).
- **Fator B:** tráfego com dois níveis, codificados por b_1 (-1) e b_2 (+1)
 - nível b_1 : $2 \times 10^4 < Nb < 10^5$ (tráfego baixo);
 - nível b_2 : $10^5 < Na < 2 \times 10^5$ (tráfego alto).
- **Fator C:** número estrutural corrigido com dois níveis, codificados por c_1 (-1) e c_2 (+1):
 - nível c_1 : $S \leq 5,5$ (baixo);
 - nível c_2 : $S > 5,5$ (alto).

A variável quantitativa idade é dividida em 3 níveis igualmente espaçados, apresentando intervalos diferentes em função do ano de avaliação. As características de tráfego e número estrutural da região em estudo não permitiram a divisão em três níveis para esses fatores.

As réplicas são importantes para a estimativa do erro experimental. São repetições de avaliações em seções de pavimento pertencentes à mesma célula da matriz fatorial, cujos resultados foram obtidos com a mesma equipe de campo e com os mesmos equipamentos, seguindo os mesmos procedimentos e em um mesmo espaço de inferência (região delimitada por iguais condições geológicas e climáticas).

Neste trabalho, cada célula da matriz fatorial tinha pelo menos dois elementos. Para fins de uniformização dos cálculos da análise estatística, foram consideradas, sempre, duas réplicas, mesmo para as células com três ou mais elementos, utilizando-se o seguinte procedimento: para cada célula foram calculados a média aritmética e o

desvio padrão dos valores da variável dependente e, por tentativa, foram escolhidos dois valores (ou seja, as duas réplicas consideradas nos cálculos) que resultam em média e desvio padrão aproximadamente igual aos dos valores iniciais.

A análise estatística é realizada conforme a matriz fatorial mostrada na Tabela 4.1. O número total de combinações de todos os fatores, para os níveis considerados e com duas réplicas, é igual a:

$$N = 3 \times 2 \times 2 \times 2 = 24 \text{ combinações} \quad (4.1)$$

TABELA 4.1 – Matriz fatorial que representa as amostras do experimento de 24 combinações de fatores.

Fator A (Idade)	Fator B (Tráfego)							
	b ₁				b ₂			
	Fator C (Número estrutural)				Fator C (Número estrutural)			
	c ₁		c ₂		c ₁		c ₂	
Réplicas	r ₁	r ₂	r ₁	r ₂	r ₁	r ₂	r ₁	r ₂
a ₁								
a ₂								
a ₃								

c) Pavimentos reabilitados e avaliados em 1995:

- **Fator A:** idade, com dois níveis codificados por a₁ (-1) e a₂ (+1):
 - nível a₁: I_b ≤ 6 anos (pavimento novo);
 - nível a₂: I_m > 6 anos (pavimento de idade intermediária).
- **Fator B:** tráfego com dois níveis, codificados por b₁(-1) e b₂(+1):
 - nível b₁: N_b ≤ 1,1x10⁵ (tráfego baixo);
 - nível b₂: N_a > 1,1x10⁵ (tráfego alto).

- **Fator C:** número estrutural corrigido com dois níveis, codificados por c_1 (-1) e c_2 (+1):
 - nível c_1 : $S_b \leq 8,0$ (baixo);
 - nível c_2 : $S_a \geq 8$ (alto).
- d) Pavimentos reabilitados e avaliados em 1998:
- **Fator A:** idade, com dois níveis codificados por a_1 (-1) e a_2 (+1):
 - nível a_1 : $I_b \leq 9$ anos (pavimento novo);
 - nível a_2 : $I_m > 9$ anos (pavimento de idade intermediária).
 - **Fator B:** tráfego com dois níveis, codificados por b_1 (-1) e b_2 (+1):
 - nível b_1 : $N_b \leq 1,2 \times 10^5$ (tráfego baixo);
 - nível b_2 : $N_a > 1,2 \times 10^5$ (tráfego alto).
 - **Fator C:** número estrutural corrigido com dois níveis, codificados por c_1 (-1) e c_2 (+1):
 - nível c_1 : $S_b \leq 7,0$ (baixo);
 - nível c_2 : $S_a > 8,0$ (alto).

Para as seções de pavimentos reabilitadas, o fator idade foi determinado em 2 níveis, pois as idades do recapeamento são muito menores do que as idades do revestimento original. Os demais fatores permanecem com 2 níveis, como foi anteriormente abordado.

A análise estatística é realizada conforme a matriz fatorial mostrada na Tabela 4.2. O número total de combinações de todos os fatores, para os níveis considerados e com duas réplicas, é igual a:

$$N = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16 \quad (4.2)$$

TABELA 4.2 – Matriz fatorial que representa as amostras do experimento de 16 combinações de fatores.

Fator A (Idade)	Fator B (Tráfego)							
	b₁				b₂			
	Fator C (Número Estrutural)				Fator C (Número estrutural)			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
Réplicas	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
A₁								
A₂								

4.2.6 – Análise de Variância

Utiliza-se a Análise de Variância (ANOVA) para identificar fatores e interações mais significativos sobre o desempenho do pavimento e obter equações de regressão que podem representar modelos de previsão de desempenho de cada matriz fatorial.

Um determinado fator é tido como sendo o responsável pelas variações nas respostas de um experimento fatorial mediante a utilização de testes de significância. Isto é feito através de formulação de hipóteses estatísticas: hipótese nula e hipótese alternativa. Uma variação não significativa é considerada um efeito ao acaso, sendo abandonada até que novos resultados venham confirmá-la ou negá-la.

O nível de significância é a probabilidade de que seja nulo o efeito de uma determinada variável sobre o modelo de desempenho. Na prática, é usual a adoção de um nível de significância de 25%, 10%, 5% ou 1%. Por exemplo, se for escolhido um nível de significância 1%, há probabilidade de 1 em 100, da hipótese ser rejeitada, quando deveria ser aceita, ou seja, há uma confiança de cerca de 99% de que se tome uma decisão acertada. Nesses casos, interpreta-se que a hipótese é rejeitada no nível de significância 1%, o que significa que a probabilidade de erro seria de 1%. Neste trabalho, em função de volume de dados pode-se considerar, nas equações que representam os modelos estatísticos, fatores significativos no nível de significância de 10% a 1%.

Através do teste *F* de *Snedecor* verifica-se a significância dos efeitos dos fatores e interações dos fatores nas variáveis dependentes. O teste compara os quadrados médios ou variâncias (*QM*) conforme a expressão:

$$F = \frac{QM_{tratamento}}{QM_{residuo}} \quad (4.3)$$

Os quadrados médios dos fatores e interações são obtidos a partir da soma dos quadrados (*SQ*) e dos graus de liberdade (*GL*), de acordo com a expressão:

$$QM = \frac{SQ}{GL} \quad (4.4)$$

A determinação do nível de significância de um fator ou interação é realizada comparando-se o valor de *F* daquele fator ou interação com um valor limite de *F* (*F_{lim}*), encontrado em tabelas estatísticas (BOX, HUNTER e HUNTER, 1978), segundo o nível de significância adotado.

4.2.7 – Cálculo das Variâncias

O procedimento para o cálculo das variâncias de cada fator e interação é apresentado a seguir.

a) Soma de Quadrados Total

A soma dos quadrados é calculada pela expressão:

$$SQ_{total} = \sum x^2 - C \quad (4.5)$$

onde:

x: observação;

n: número de observações;

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n}$$

b) Fatores A, B e C

A soma de quadrados da componente linear do Fator A é calculada pela expressão:

$$SQ_{A,l} = \frac{(a_3 - a_1)^2}{r \cdot a'' \cdot b' \cdot c'} \quad (4.6)$$

onde:

a_1 : somatório das observações em que o fator A está presente;

a_3 : somatório das observações em que o fator A não está presente;

r : número de réplicas;

$a'' = \sum c_j = (-1)^2 + (+1)^2 = 2$;

b', c' : número de níveis dos fatores b e c.

A soma de quadrados da componente quadrática do Fator A é calculada pela expressão:

$$SQ_{A,q} = \frac{(a_1 - 2a_2 + a_3)^2}{r \cdot c'' \cdot a' \cdot b'} \quad (4.7)$$

onde:

a_1 : somatório das observações em que o fator A apresenta o nível inferior;

a_2 : somatório das observações em que o fator A apresenta o nível intermediário;

a_3 : somatório das observações em que o fator A apresenta o nível superior;

$c'' = \sum j = (-1)^2 + (-2)^2 + (-1)^2 = 6$;

a', b' : número de níveis dos fatores a, b.

c) Interação entre os Fatores A, B e C

As somas de quadrados da componente linear das interações podem ser calculadas pelas expressões:

$$SQ_{AB,l} = \frac{(a_3b_2 - a_1b_2 - a_3b_1 + a_1b_1)^2}{r.(ab_l)^n.c'} \quad (4.8)$$

onde:

a_3b_2 : somatório das observações em que o fator B está presente e o fator A apresenta nível superior;

a_1b_2 : somatório das observações em que o fator B não está presente e o fator A apresenta nível inferior;

a_3b_1 : somatório das observações em que o fator B está presente e o fator A apresenta nível superior;

a_1b_1 : somatório das observações em que o fator B não está presente e o fator A apresenta nível inferior;

$$(ab_l)^n = \sum c_j = \{(-1)(-1)\}^2 + \{(-1)(+1)\}^2 + \{(+1)(-1)\}^2 + \{(+1)(+1)\}^2 = 4.$$

$$SQ_{AB,q} = \frac{(a_3b_2 - 2a_2b_2 + a_1b_2 - a_3b_1 + 2a_2b_1 + a_1b_1)^2}{r.(ac_q)^n.b'} \quad (4.9)$$

onde:

$$(ac_q) = \sum c_j = [(-1)(+1)]^2 + [(-1)(-2)]^2 + [(-1)(+1)]^2 + [(+1)(+1)]^2 + [(+1)(-2)]^2 + [(+1)(+1)]^2 = 12$$

$$SQ_{AC,l} = \frac{(a_3c_2 - a_1c_2 - a_3c_1 + a_1c_1)^2}{r.(ac_l)^n.b'} \quad (4.10)$$

onde:

a_3c_2 : somatório das observações em que o fator C está presente e o fator A apresenta nível superior;

a_1c_2 : somatório das observações em que o fator C está presente e o fator A apresenta nível inferior;

a_3c_1 : somatório das observações em que o fator C não está presente e o fator A apresenta nível superior;

a_1c_1 : somatório das observações em que o fator C não está presente e o fator A apresenta nível inferior;

$$(ac_1)'' = \sum c_j = [(-1)(-1)]^2 + [(-1)(+1)]^2 + [(+1)(-1)]^2 + [(+1)(+1)]^2 = 4.$$

$$SQ_{AC,q} = \frac{(a_3c_2 - 2a_2c_2 + a_1c_2 - a_3c_1 + 2a_2c_1 + a_1c_1)}{r.(ac_q)'.b'} \quad (4.11)$$

onde:

$$(ac_q)' = \sum c_j = [(-1)(+1)]^2 + [(-1)(-2)]^2 + [(-1)(+1)]^2 + [(+1)(+1)]^2 + [(+1)(-2)]^2 + [(+1)(+1)]^2 = 12$$

$$SQ_{BC} = \frac{(b_2c_2 - b_1c_2 - b_2c_1 + b_1c_1)^2}{r.(bc_1)'.a'} \quad (4.12)$$

onde:

b_2c_2 : somatório das observações em que o fator B está presente e o fator C apresenta nível superior;

b_1c_2 : somatório das observações em que o fator B está presente e o fator C apresenta nível inferior;

b_2c_1 : somatório das observações em que o fator B está presente e o fator C apresenta nível superior;

b_1c_1 : somatório das observações em que o fator B está presente e o fator C apresenta nível inferior;

$$(bc_1)'' = \sum c_j = (-1-1)^2 + (-1+1)^2 + (+1-1)^2 + (+1+1)^2 = 4$$

d) Réplica

$$(SQ) = \frac{((\sum r_1) - (\sum r_2))^2}{r.a'.b'.c'} \quad (4.13)$$

onde:

$\sum r_1$: somatório das observações da réplica 1;

$\sum r_2$: somatório das observações da réplica 2;

r: número de réplicas;

a' , b' , c' : número de níveis dos fatores a, b, c.

4.2.7.1 – Análise de Variância para Seções de Pavimentos Não Reabilitadas

As Tabelas 4.3 a 4.10 representam as matrizes fatoriais e os respectivos resumos dos resultados da análise de variância das seções sem reabilitação e que foram avaliadas em 1995 e 1998. As variáveis independentes a serem analisadas são IRI e deflexões, cujos valores foram obtidos de pavimentos construídos na Região III.

TABELA 4.3 – Resumo da matriz fatorial de IRI das seções não reabilitadas e avaliadas em 1995.

	b₁				b₂			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
a₁	2,5	2,1	2,1	2,0	3,2	2,4	2,7	2,3
a₂	3,0	2,2	2,5	2,1	3,8	2,8	3,3	2,8
a₃	3,0	2,7	2,7	2,3	4,1	3,3	3,6	3,0

TABELA 4.4 – Resumo da análise de variância dos resultados de IRI, medidos em seções não reabilitadas e avaliadas em 1995.

Fatores e Interações	Soma dos Quadrados	Coefficientes de Regressão	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F^a
SQ(A _{linear})	2,326	0,38	1	2,33	155,71*
SQ(A _{quadrática})	0,000	0,00	1	0,00	0,01
SQ(B)	2,282	0,31	1	2,28	152,76*
SQ(C)	0,602	-0,16	1	0,60	40,28*
SQ(AI×B)	0,141	0,09	1	0,14	9,42*
SQ(Aq×B)	0,010	-0,01	1	0,01	0,68
SQ(AI×C)	0,106	-0,08	1	0,11	7,07**
SQ(Aq×C)	0,025	-0,02	1	0,03	1,69
SQ(B×C)	0,007	0,02	1	0,010	0,45
Réplica	1,602		1	1,60	107,21
Resíduo	0,194		13	0,010	
SQ _{total}	7,293	2,78	23	0,32	21,23

^aTeste F de Snedecor: *Significância de 1%: 9,07; **Significância de 5%: 4,67;

***Significância de 10%: 3,14

TABELA 4.5 – Resumo da matriz fatorial de deflexões medidas em pavimentos não reabilitados e avaliados em 1995.

	b₁				b₂			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
a₁	58	42	43	25	61	54	57	39
a₂	64	50	62	44	70	60	61	52
a₃	70	56	65	48	80	62	67	59

TABELA 4.6 – Resumo da análise de variância das deflexões das seções não reabilitadas e avaliadas em 1995

Fatores e Interações	Soma dos Quadrados	Coefficientes de Regressão	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F^a
SQ(A _{linear})	1027,563	8,69	1	1207,56	64,21*
SQ(A _{quadrática})	42,188	-0,94	1	42,19	2,94
SQ(B)	433,500	4,25	1	433,50	30,23*
SQ(C)	541,500	-4,75	1	541,50	37,76*
SQ(AI×B)	33,063	-1,44	1	33,06	2,31
SQ(Aq×B)	22,688	0,69	1	22,64	1,58
SQ(AI×C)	52,562	1,81	1	51,56	3,67***
SQ(Aq×C)	31,688	-0,81	1	31,69	2,21
SQ(B×C)	2,677	0,33	1	2,67	0,19
Réplica	1040,167		1	1040,17	
Resíduo	186,417		13	14,34	
Sqttotal	3594,000	56,00	23	156,26	10,90

^aTeste F de Snedecor: *Significância de 1%: 9,07; **Significância de 5%: 4,67;

***Significância de 10%: 3,14

TABELA 4.7 – Resumo da matriz fatorial de **IRI** obtidas de seções não reabilitadas e avaliadas em 1998.

	b₁				b₂			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
a₁	2,7	2,4	2,4	2,1	3,2	2,4	2,7	2,3
a₂	3,1	2,5	2,4	2,2	3,6	2,9	3,3	2,8
a₃	3,5	2,7	2,6	2,5	4,4	4,1	3,6	3,0

TABELA 4.8 – Resumo da análise de variância de IRI das seções não reabilitadas e avaliadas em 1998

Fatores c	Soma dos Quadrados	Coefficientes de Regressão	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F^a
Interações					
SQ(A _{linear})	2,976	0,43	1	2,780	58,87*
SQ(A _{quadrática})	0,017	0,02	1	0,017	0,33
SQ(B)	1,354	0,24	1	1,354	26,78*
SQ(C)	1,084	-0,21	1	1,084	21,44*
SQ(AI×B)	0,226	0,12	1	0,226	4,46***
SQ(Aq×B)	0,017	-0,02	1	0,007	0,33
SQ(AI×C)	0,076	-0,07	1	0,076	1,50
SQ(Aq×C)	0,047	-0,03	1	0,047	0,93
SQ(B×C)	0,12	-0,07	1	0,12	2,38
Réplica	1,654		1	1,65	32,78
Resíduo	0,657		13	0,05	
SQ _{total}	8,226	2,91	23	0,36	7,08

^aTeste F de Snedecor: *Significância de 1%: 9,07; **Significância de 5%: 4,67;

***Significância de 10%: 3,14

TABELA 4.9 – Resumo da matriz fatorial das deflexões obtidas em seções não reabilitadas e avaliadas em 1998

	b₁				b₂			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
a₁	58	42	43	25	61	54	56	55
a₂	64	50	62	44	70	60	63	56
a₃	70	57	65	48	85	63	66	63

TABELA 4.10 – Resumo da análise de variância das deflexões das seções não reabilitadas e avaliadas em 1998

Fatores e Interações	Soma dos Quadrados	Coefficientes de Regressão	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F^a
SQ(A _{linear})	976,56	7,88	1	976,56	39,58*
SQ(A _{quadrática})	13,021	-0,50	1	13,02	0,53
SQ(B)	620,167	5,13	1	620,17	25,24*
SQ(C)	308,167	-3,54	1	308,17	12,49*
SQ(AI×B)	33,063	-1,38	1	33,06	1,34
SQ(Aq×B)	25,521	0,75	1	25,52	1,03
SQ(AI×C)	1,563	0,38	1	1,56	0,06
SQ(Aq×C)	17,521	-0,58	1	17,52	0,71
SQ(B×C)	13,500	0,79	1	13,50	0,55
Réplica	864,000		1	864,00	35,02
Resíduo	320,750		13	0,05	
Sqtotal	3193,833	57,63	23	24,67	5,63

^aTeste F de Snedecor: *Significância de 1% : 9,07; **Significância de 5%: 4,67;

***Significância de 10%: 3,14

4.2.7.2 – Análise de Variância para Seções de Pavimentos Reabilitadas

Os resumos das matrizes fatoriais e das análises de variância dos resultados do IRI e das deflexões das seções reabilitadas em concreto asfáltico e que foram avaliadas em 1995 são apresentados nas Tabelas 4.11 a 4.14.

TABELA 4.11 – Matriz fatorial de IRI das seções reabilitadas e avaliadas em 1995.

	b₁				b₂			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
a₁	2,3	2,0	2,1	1,8	2,8	2,5	2,4	2,1
a₂	2,5	2,3	2,2	2,0	3,0	2,7	2,7	2,5

TABELA 4.12 – Resumo da análise de variância de IRI das seções reabilitadas e avaliadas em 1995.

Fatores e Interações	Soma dos Quadrados	Coefficientes de Regressão	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F^a
SQ(A)	0,23	0,12	1	0,23	63,17*
SQ(B)	0,77	0,22	1	0,77	214,37*
SQ(C)	0,33	-0,14	1	0,33	92,57*
SQ(A×B)	0,01	0,02	1	0,01	1,57
SQ(A×C)	0,00	0,01	1	0,00	0,17
SQ(B×C)	0,01	-0,02	1	0,01	1,57
SQ(A×B×C)					
Réplica	0,28	0,28	1	0,28	77,17
Resíduo	0,03		7		
SQtotal	1,63	2,37	15	2,37	65,37

^aTeste F de Snedecor: *Significância de 1% : 9,07; **Significância de 5%: 4,67;

***Significância de 10%: 3,14

TABELA 4.13 – Matriz fatorial das deflexões das seções reabilitadas e avaliadas em 1995.

	b₁				b₂			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
a₁	49	43	39	35	53	46	50	45
a₂	51	47	44	39	57	53	53	51

TABELA 4.14 – Resumo da análise de variância das deflexões das seções reabilitadas e avaliadas em 1995.

Fatores e Interações	Soma dos Quadrados	Coefficientes de Regressão	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F^a
SQ(A)	76,56	2,19	1	76,56	56,41*
SQ(B)	232,56	3,81	1	232,56	171,36*
SQ(C)	115,56	-2,69	1	115,56	85,15*
SQ(A×B)	1,56	-0,31	1	1,56	1,15
SQ(A×C)	0,06	0,06	1	0,06	0,05
SQ(B×C)	33,06	1,44	1	33,06	24,30*
SQ(A×B×C)	-	-	-	-	-
Réplica	85,56	0,28	1	85,56	63,05
Resíduo	9,58	-	7	1,36	-
SQtotal	554,44	47,19	15	39,96	27,24

^aTeste F de Snedecor: *Significância de 1%: 9,07; **Significância de 5%: 4,67;

***Significância de 10%: 3,14

As Tabelas 4.15 a 4.18 apresentam os resumos das matrizes fatoriais e das análises de variância dos resultados de IRI e de deflexões das seções reabilitadas em concreto asfáltico e que foram avaliadas em 1998.

TABELA 4.15 – Matriz fatorial dos resultados de IRI das seções reabilitadas e avaliadas em 1998.

	b₁				b₂			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
a₁	2,5	2,3	2,3	2,0	2,8	2,5	2,6	2,3
a₂	2,8	2,5	2,3	2,2	3,0	2,8	2,7	2,5

TABELA 4.16 – Resumo da análise de IRI das seções reabilitadas e avaliadas em 1998.

Fatores e Interações	Soma dos Quadrados	Coefficientes de Regressão	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F^a
SQ(A)	0,16	0,10	1	0,16	64,00*
SQ(B)	0,36	0,15	1	0,36	144,00*
SQ(C)	0,36	-0,15	1	0,36	144,00*
SQ(A×B)	0,00	0,00	1	0,00	0,00
SQ(A×C)	0,01	-0,03	1	0,01	4,00***
SQ(B×C)	0,01	0,03		0,01	4,00***
SQ(A×B×C)					
Réplica	0,20	0,20	1	0,20	81,00
Resíduo	0,02		7		
SQtotal	1,12	2,50	15	0,16	64,00

^aTeste F de Snedecor: *Significância de 1% : 9,07; **Significância de 5%: 4,67;

***Significância de 10%: 3,14

TABELA 4.17 – Matriz fatorial das deflexões das seções reabilitadas e avaliadas em 1998.

	b₁				b₂			
	c₁		c₂		c₁		c₂	
	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂	r₁	r₂
a₁	50	46	47	40	60	56	51	45
a₂	56	50	49	45	62	60	54	47

TABELA 4.18 – Resumo da análise de variância das deflexões das seções reabilitadas e avaliadas em 1998.

Fatores e Interações	Soma dos Quadrados	Coefficientes de Regressão	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F^a
SQ(A)	81,06	2,25	1	81,06	51,55*
SQ(B)	210,25	3,63	1	210,25	133,80*
SQ(C)	132,25	-2,88	1	132,25	84,16*
SQ(A×B)	1,00	0,25	1	1,00	0,64
SQ(A×C)	0,00	0,00	1	0,00	0,00
SQ(B×C)	42,25	1,63	1	42,25	26,89*
SQ(A×B×C)					
Réplica	100,00	-2,50	1	100,00	63,64
Resíduo	11,00		7	1,57	
SQtotal	577,75	47,38	15	38,52	24,51

^aTeste F de Snedecor: *Significância de 1%: 9,07; Significância de 5%: 4,67;

***Significância de 10%: 3,14

4.2.8 – Análise de Regressão

A análise de variância de um planejamento fatorial permite, além de identificação de fatores significativos, o desenvolvimento de modelos de regressão, que relacionam os fatores significativos (variáveis independentes x_i) com a variável de interesse – variável dependente Y (DRAPER et al., 1981).

Em planejamento fatorial, fatores com níveis igualmente espaçados resultam em polinômios ortogonais e facilitam os cálculos para determinação dos modelos polinomiais através dos métodos de mínimos quadrados.

Com base na soma dos quadrados (SQ) de cada fator ou interação pode-se quantificar a contribuição de cada termo e também obter seus efeitos de ordem $n-1$, onde n é o número de níveis do fator analisado. Por exemplo, fatores com três níveis poderão contribuir com até dois termos para a equação de regressão, um linear e outro quadrático. Um modelo de regressão múltipla pode ser apresentado pela seguinte expressão:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_{a,l}.P_1(A) + \alpha_{a,q}.P_q(A) + \alpha_b.P_1(B) + \alpha_c.P_1(C) + \alpha_{ab,l}.P_1(A).P_1(B) + \alpha_{ab,q}.P_q(A).P_1(B) + \alpha_{ac,l}.P_1(A).P_1(C) + \alpha_{ac,q}.P_q(A).P_1(C) + \alpha_{bc}.P_1(B).P_1(C) \quad (4.14)$$

onde:

Y : variável dependente;

A, B, C : representam os fatores considerados. O Fator A, fator quantitativo que apresenta três níveis (dois termos, um linear e outro quadrático), enquanto os fatores B e C, também quantitativos, apresentam dois níveis (apenas um linear).

$\alpha_0 = \sum x/n$;

n : número de observações;

$\alpha_{a,l}$: coeficiente correspondente ao fator A, termo linear;

$\alpha_{a,q}$: coeficiente correspondente ao fator A, termo quadrático;

$\alpha_{b,l}$: coeficiente correspondente ao fator B, termo linear;

$\alpha_{c,l}$: coeficiente correspondente ao fator C, termo linear;

$\alpha_{ab,l}$: coeficiente correspondente à interação AB_l , termo linear;

$\alpha_{ab,q}$: coeficiente correspondente à interação AB_q , termo quadrático;

$\alpha_{ac,l}$: coeficiente correspondente à interação AC_l , termo linear;

$\alpha_{ac,q}$: coeficiente correspondente à interação AC_q , termo quadrático;

α_{bc} : coeficiente correspondente à interação BC;

$P_1(A)$: equação polinomial do fator A;

$P_1(A) = \lambda_1 [(a - a_m) / d]$ (polinômio de 1ª ordem do fator A);

$\lambda_1 = 1$;

a = valor do fator A;

a_m = valor médio do fator A

d = espaçamento entre os níveis do fator A;

$P_q(A)$: $\lambda_2 [(a - a_m) / d - (k^2 - 1) / 12]$ (polinômio de 2ª ordem do fator A);

$\lambda_2 = 3$;

k : número de níveis do fator A

$P_1(A)$ = equação polinomial linear do fator idade, A (em anos):

$$P_1(A) = \frac{A - 13}{8} \text{ (pavimentos não reabilitados e avaliados em 1995)}$$

$$P_1(A) = \frac{A - 15}{8} \text{ (pavimentos não reabilitados e avaliados em 1998)}$$

P_q = equação polinomial quadrática do fator idade, A (em anos):

$$P_q(A) = 3 \times \left[\frac{(A - 13)^2}{8} - \frac{2}{3} \right] \text{ (pavimentos não reabilitados e avaliados em 1995)}$$

$$P_q(A) = 3 \times \left[\left(\frac{A - 15}{8} \right)^2 - \frac{2}{3} \right] \text{ (pavimentos não reabilitados e avaliados em 1998)}$$

$P(B)$ = equação polinomial linear do fator tráfego, B (em número equivalente ao eixo padrão de 80 kN):

$$P(B) = \frac{B - 5 \times 10^4}{10^5} \text{ (pavimentos não reabilitados e avaliados em 1995)}$$

$$P(B) = \frac{B - 10^5}{1,8 \times 10^5} \text{ (pavimentos não reabilitados e avaliados em 1998)}$$

$P(C)$ = equação polinomial linear do fator número estrutural, C :

$$P(C) = \frac{C - 5,5}{2} \text{ (pavimentos não reabilitados e avaliados em 1995)}$$

$$P(C) = \frac{C - 5,5}{2} \text{ (pavimentos não reabilitados e avaliados em 1998)}$$

Fazendo:

$$P_1(A) = I;$$

$$P_q(A) = I_q;$$

$$P_1(B) = N;$$

$$P_1(C) = S$$

e substituindo na equação geral 4.14, tem-se:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_{a,l} I_l + \alpha_{a,q} I_q + \alpha_b N + \alpha_c S + \alpha_{ab,l} I_l N + \alpha_{ab,q} I_q N + \alpha_{ac,l} I_l S + \alpha_{ac,q} I_q S + \alpha_{bc} S \quad (4.15)$$

Para os casos de seções de pavimentos reabilitadas em 1995 e 1998, os fatores idade, tráfego e número estrutural são considerados com 2 níveis igualmente espaçados como já foi exposto anteriormente, o que resulta em equações de regressão lineares do tipo:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_a P(A) + \alpha_b P(B) + \alpha_c P(C) + \alpha_{ab} P(A)P(B) + \alpha_{ac} P(A)P(C) + \alpha_{bc} P(B)P(C) \quad (4.16)$$

As equações polinomiais lineares para pavimentos reabilitados e avaliados em 1995 e 1988 são, respectivamente:

$P(A)$ = equação polinomial linear do fator idade, A (em anos)

$$P(A) = \frac{A - 6}{3}$$

$$P(A) = \frac{A - 9}{4}$$

$P(B)$ = equação polinomial linear do fator tráfego, B (em número equivalente ao eixo padrão de 80 kN):

$$P(B) = \frac{B - 1,1 \times 10^5}{1,9 \times 10^5}$$

$$P(B) = \frac{B - 1,2 \times 10^5}{2 \times 10^5}$$

$P(C)$ = equação polinomial linear do fator número estrutural, C:

$$P(C) = \frac{C - 8}{2}$$

$$P(C) = \frac{C - 7}{2}$$

Fazendo:

$$P(A) = I;$$

$$P(B) = N;$$

$$P(C) = SNC;$$

e substituindo na equação 4.14, temos:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_a I + \alpha_b N + \alpha_c SNC + \alpha_{ab} I.N + \alpha_{ac} I.SNC + \alpha_{ab} I.N + \alpha_{bc} N.SNC \quad (4.17)$$

O coeficiente de determinação R^2 do modelo é calculado com base na soma de quadrados dos fatores e interações significativos, utilizando-se a seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{SQ_{modelo}}{SQ_{total}} = \frac{\sum SQ_i}{\sum SQ_{total}} \quad (4.18)$$

onde SQ_i é soma de quadrados dos fatores presentes na equação de regressão.

Os modelos estatísticos que representam os efeitos dos fatores de idade, tráfego e número estrutural sobre o desempenho dos pavimentos quantificados em termos de Irregularidade Longitudinal e Deflexões dos pavimentos, com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), são apresentados a seguir.

4.2.8.1 – Modelos de Regressão para Pavimentos não Reabilitados e Avaliados em 1995

a) Irregularidade Longitudinal do Pavimento (IRI, em m/km)

$$\begin{aligned} \text{IRI} &= 2,8 + 0,38 \text{ I} + 0,31 \text{ N} - 0,16 \text{ SNC} + 0,09 \text{ I.N} - 0,08 \text{ I.SNC} \\ R^2 &= 0,75 \end{aligned} \quad (4.19)$$

b) Deflexão Máxima Recuperável (DEF, em 0,01 mm)

$$\begin{aligned} \text{DEF} &= 56,0 + 8,7 \text{ I} + 4,25 \text{ N} - 4,75 \text{ SNC} + 1,81 \text{ I.SNC} \\ R^2 &= 0,62 \end{aligned} \quad (4.20)$$

4.2.8.2 – Modelos de Regressão para Pavimentos não Reabilitados e Avaliados em 1998

a) Irregularidade Longitudinal do Pavimento (IRI, em m/km)

$$\begin{aligned} \text{IRI} &= 2,91 + 0,43 \text{ I} + 0,24 \text{ N} - 0,21 \text{ SNC} + 0,12 \text{ I.N} \\ R^2 &= 0,69 \end{aligned} \quad (4.21)$$

b) Deflexão Máxima Recuperável (DEF, em 0,01 mm)

$$\begin{aligned} \text{DEF} &= 57,6 + 7,9 \text{ I} + 5,13 \text{ N} - 3,54 \text{ SNC} \\ R^2 &= 0,60 \end{aligned} \quad (4.22)$$

4.2.8.3 – Modelos de Regressão para Pavimentos Reabilitados e Avaliados em 1995

a) Irregularidade Longitudinal do Pavimento (IRI, em m/km)

$$IRI = 2,37 + 0,12 I + 0,22 N - 0,14 SNC \quad (4.23)$$

$$R^2 = 0,81$$

b) Deflexão Máxima Recuperável (DEF, em 0,01 mm)

$$DEF = 47,2 + 2,2 I + 3,81 N - 2,7 SNC + 1,44 N.SNC \quad (4.24)$$

$$R^2 = 0,83$$

4.2.8.4 – Modelos de Regressão para Pavimentos Reabilitados e Avaliados em 1998

a) Irregularidade Longitudinal do Pavimento (IRI, em m/km)

$$IRI = 2,5 + 0,10 I + 0,15 N - 0,15 S - 0,03 I.SNC + 0,03 N.SNC \quad (4.25)$$

$$R^2 = 0,80$$

b) Deflexão Máxima Recuperável (DEF, em 0,01 mm)

$$DEF = 47,38 + 2,25 I + 3,63 N - 2,88 SNC + 1,63 N.SNC \quad (4.26)$$

$$R^2 = 0,81$$

4.3 – Análise dos Resíduos

Apresenta-se uma análise de resíduos e dos coeficientes de correlação a partir dos valores previstos pelos modelos e valores observados. A verificação da eficácia dos modelos estatísticos obtidos através de análise de regressão é feita através de

procedimentos usuais, que não são mutuamente exclusivos, mas que se complementam: coeficiente de determinação e análise de resíduos.

Os coeficientes de determinação das equações de regressão dos modelos estatísticos foram calculados anteriormente. A seguir, é feita a análise dos resíduos e dos coeficientes de correlação r (dispersão dos valores observados em relação à equação dos modelos de desempenho obtidos).

Para análise dos resíduos, são calculadas as diferenças entre irregularidade longitudinal ($\hat{IRI}$) e deflexão ($\hat{DEF}$) calculadas pelos modelos e os valores observados (IRI) e (DEF), para as seções de pavimentos selecionadas dentre aquelas não consideradas para o desenvolvimento dos modelos.

Para a análise de correlação, são determinados os coeficientes de correlação (r) para verificar o grau de dispersão dos valores observados (Y) em relação aos valores previstos ($\hat{Y}$). Trata-se de um número que varia de -1 a $+1$, tendo-se um bom ajuste se $r \approx \pm 1$ e um péssimo ajuste se $r \approx 0$. O coeficiente de correlação é calculado pela seguinte expressão geral:

$$r = \frac{\left(\sum \hat{Y}_i Y_i - \frac{\sum \hat{Y}_i \sum Y_i}{n} \right)}{\sqrt{\left(\sum \hat{Y}_i^2 - \frac{(\sum \hat{Y}_i)^2}{n} \right) \left(\sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n} \right)}} \quad (4.27)$$

onde:

n : número de observações.

A seguir, são apresentados tabelas, gráficos, equações de correlação e os respectivos coeficientes de correlação das equações dos modelos estatísticos desenvolvidos anteriormente.

a) Análise de Correlação e de Resíduos do Modelo Estatístico para Previsão do IRI (Eq. 4.19)

A Tabela 4.19 apresenta valores observados e valores previstos do IRI, sendo que estes últimos foram calculados através da equação 4.19, com base nos valores dos parâmetros contidos na Tabela G.2 do ANEXO G.

TABELA 4.19 – Valores de IRI observados e previstos pela equação 4.19.

ORDEM	SEÇÃO	IRI (m/km)		
		OBSERVADO	PREVISTO	RESÍDUO
1	090S0290	2,8	3,2	-0,41
2	090S0310	2,8	3,2	-0,41
3	090S0330	2,8	3,2	-0,41
4	158S0410	4,0	3,4	0,61
5	160S0030	3,4	2,9	0,48
6	160S0050	3,4	3,1	0,32
7	160S0070	2,9	3,1	-0,19
8	160S0090	3,2	3,0	0,18
9	160S0150	2,3	2,3	-0,05
10	160S0170	2,7	2,5	0,17
11	163S0130	3,2	2,8	0,43
12	170S0170	3,0	3,3	-0,32
13	170S0200	2,4	2,6	-0,23
14	170S0205	2,3	2,6	-0,33
15	170S0310	3,2	2,9	0,33
16	180S0420	4,5	4,1	0,41
17	280S0230	3,6	3,9	-0,33
18	281S0490	2,7	3,0	-0,28
19	323S0170	2,6	3,0	-0,39
20	443S0050	2,3	2,5	-0,19
21	444D0031	2,4	2,5	-0,07
22	460S0010	3,1	3,0	0,15
23	462S0050	2,4	2,8	-0,40
24	469S0010	2,5	2,8	-0,31
25	487S0195	3,5	2,9	0,57
26	488S0030	2,6	2,9	-0,33
27	488S0040	2,7	2,9	-0,22
28	488S0050	3,0	3,2	-0,21
29	546S0010	2,5	2,7	-0,21
30	566S0020	2,4	2,7	-0,27
31	583S0010	3,6	3,2	0,44

As Figuras 4.2 e 4.3 apresentam a equação de correlação linear com o respectivo coeficiente de correlação e os resíduos.

FIGURA 4.2 – Correlação dos valores observados de IRI em relação aos valores previstos pela eq. 4.19.

FIGURA 4.3 – Resíduos dos valores de IRI previstos pela eq. 4.19.

Observa-se uma correlação satisfatória e também a distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero, aspectos estatísticos favoráveis à utilização do modelo da equação 4.19.

b) Análise de Resíduos e de Correlação do Modelo Estatístico para Previsão da Deflexão (Eq. 4.20)

A Tabela 4.20 apresenta valores observados e valores previstos das deflexões, sendo que estes últimos foram calculados através da eq. 4.20, com base nos valores dos parâmetros contidos na Tabela G.1 do ANEXO G.

TABELA 4.20 – Valores de deflexão observados e previstos pela eq. 4.20.

ORDEM	SEÇÃO	DEFLEXÃO (0,01 mm)		
		OBSERVADO	PREVISTO	RESÍDUO
1	090S0290	71	74	-3,36
2	090S0310	65	73	-8,45
3	090S0330	64	73	-9,45
4	160S0030	53	55	-1,86
5	160S0050	59	60	-1,42
6	160S0070	59	62	-3,27
7	160S0150	53	46	6,69
8	160S0190	65	66	-1,26
9	163S0110	58	58	0,40
10	163S0130	54	65	-10,83
11	170S0180	29	36	-7,41
12	170S0200	27	39	-11,72
13	170S0205	26	39	-12,98
14	170S0310	50	61	-11,20
15	180S0420	66	71	-4,98
16	280S0230	65	73	-7,96
17	281S0270	68	74	-6,38
18	281S0470	79	74	4,62
19	281S0490	55	54	1,38
20	323S0170	56	66	-9,97
21	444D0033	56	62	-5,65
22	456S0010	61	59	2,37
23	456S0030	55	54	1,09
24	460S0010	66	63	3,07
25	462S0030	45	58	-12,81
26	469S0010	59	54	5,09
27	469S0030	61	66	-4,61
28	487S0195	55	63	-8,32
29	488S0030	53	63	-10,32
30	488S0050	59	63	-4,26
31	546S0010	65	58	6,85

As Figuras 4.4 e 4.5 apresentam a equação de correlação linear com o respectivo coeficiente de correlação e os resíduos.

FIGURA 4.4 – Correlação dos valores observados de deflexão em relação aos valores previstos pela eq. 4.20.

FIGURA 4.5 – Resíduos dos valores de deflexão previstos pela eq. 4.20.

Observa-se uma correlação satisfatória e também a distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero, aspectos estatísticos favoráveis ao modelo da eq. 4.20.

c) Análises de Resíduo e de Correlação do Modelo Estatístico para Previsão do IRI (Eq. 4.21)

A Tabela 4.21 apresenta valores observados e valores previstos do IRI, sendo que estes últimos foram calculados através da eq. 4.21, com base nos valores dos parâmetros da Tabela G.1 do ANEXO G.

TABELA 4.21 – Valores de IRI observados e previstos pela eq. 4.21.

ORDEM	SEÇÃO	IRI (m/km)		
		OBSERVADO	PREVISTO	RESÍDUO
1	090S0290	2,8	3,00	-0,21
2	090S0310	2,7	3,00	-0,30
3	090S0330	2,8	3,68	-0,20
4	158S0410	4,0	2,90	0,32
5	160S0030	2,5	2,92	-0,40
6	160S0050	2,7	2,92	-0,22
7	160S0070	2,4	2,90	-0,52
8	160S0090	2,6	2,19	-0,30
9	160S0150	2,0	2,36	-0,19
10	163S0110	2,5	2,50	0,14
11	170S0170	3,0	2,40	0,50
12	170S0180	2,0	2,45	-0,40
13	170S0200	2,2	2,45	-0,25
14	170S0205	2,0	3,59	-0,45
15	180S0410	3,2	3,69	-0,39
16	180S0420	4,5	2,53	0,81
17	218S0320	2,6	3,31	0,07
18	280S0210	3,8	3,53	0,49
19	280S0230	3,6	2,97	0,07
20	281S0490	2,7	3,17	-0,27
21	323S0030	2,7	2,7	-0,47
22	323S0070	2,9	3,1	-0,16
23	323S0170	2,8	2,7	0,10
24	444D0031	2,3	2,6	-0,28
25	444E0031	2,3	2,6	-0,28
26	445S0010	3,3	3,4	-0,10
27	445S0020	3,8	3,8	0,00
28	445S0030	3,4	3,5	-0,13
29	456S0010	2,4	2,6	-0,17
30	459S0050	2	2,5	-0,54
31	460S0010	3,1	3,0	0,08
32	462S0030	3,4	2,8	0,59
33	462S0050	2,2	2,8	-0,55
34	469S0030	1,9	2,5	-0,63
35	483S0010	2,8	3,4	-0,61
36	487S0195	3,4	3,0	0,37
37	488S0030	2,5	2,8	-0,29
38	488S0040	2,5	2,8	-0,29
39	488S0050	3	2,8	0,21
40	546S0010	1,9	2,6	-0,69
41	566S0020	2,1	2,5	-0,41

As Figuras 4.6 e 4.7 apresentam a equação de correlação linear com o respectivo coeficiente de correlação e os resíduos.

FIGURA 4.6 – Correlação dos valores observados de IRI em relação aos valores previstos pela eq. 4.21.

FIGURA 4.7 – Resíduos dos valores de IRI previstos pela eq. 4.21.

Observa-se uma correlação satisfatória e também a distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero, aspectos estatísticos favoráveis à utilização do modelo da eq. 4.21.

d) Análise de Resíduos e de Correlação do Modelo Estatístico para Previsão da Deflexão (Eq. 4.22)

A Tabela 4.22 apresenta valores observados e valores previstos das deflexões, sendo que estes últimos foram calculados através da eq. 4.22, com base nos valores dos parâmetros da Tabela G.1 do ANEXO G.

As Figuras 4.8 e 4.9 apresentam a equação de correlação linear com o respectivo coeficiente de correlação e os resíduos. Observa-se uma correlação satisfatória e também a distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero, aspectos estatísticos favoráveis à utilização do modelo da eq. 4.22.

FIGURA 4.8 – Correlação dos valores observados de deflexão em relação aos valores previstos pela eq. 4.22.

TABELA 4.22 – Valores de deflexão observados e previstos pela eq. 4.22.

ORDEM	SEÇÃO	DEFLEXÃO (0,01 mm)		
		OBSERVADO	PREVISTO	RESÍDUO
1	090S0290	71	68	-3,27
2	090S0310	65	67	1,82
3	090S0330	64	67	2,82
4	158S0330	64	80	15,82
5	160S0030	53	48	-5,37
6	160S0050	59	53	-5,91
7	160S0070	59	55	-4,08
8	160S0150	38	43	4,78
9	160S0170	61	64	2,87
10	160S0190	65	59	-5,75
11	163S0110	58	52	-6,46
12	163S0130	54	58	3,99
13	163S0300	53	59	5,51
14	170S0180	29	34	5,11
15	170S0200	27	36	9,00
16	170S0205	26	36	10,00
17	272S0310	63	63	-0,36
18	280S0210	62	65	3,44
19	281S0270	68	64	-3,67
20	281S0470	79	67	-12,03
21	281S0490	55	67	11,97
22	317S0410	42	47	5,29
23	445S0030	61	71	10,47
24	445S0050	68	72	4,38
25	445S0060	66	72	6,38
26	456S0010	61	53	-8,25
27	456S0030	55	54	-1,21
28	460S0010	65	57	-7,97
29	462S0030	45	55	10,22
30	469S0010	59	48	-11,04
31	469S0030	61	48	-13,24
32	483S0010	76	78	2,23
33	487S0195	55	58	2,94
34	488S0030	53	57	4,34
35	488S0040	56	57	1,34
36	488S0050	59	57	-1,69
37	566S0020	42	50	8,24
38	583S0010	63	76	12,82

FIGURA 4.9 – Resíduos dos valores de deflexão previstos pela eq. 4.22

e) Análises de Resíduos e de Correlação do Modelo Estatístico para Previsão do IRI (Eq. 4.23)

A Tabela 4.23 apresenta os valores observados e previstos do IRI. Estes últimos foram calculados através da eq. 4.23, com base nos valores dos parâmetros contidos na Tabela G.4 do ANEXO G.

TABELA 4.23 – Valores de IRI observados e previstos pela eq. 4.23.

ORDEM	SEÇÃO	IRI (m/km)		
		Obs	Previsão	Resíduo
1	082S0270	3,0	2,7	0,27
2	163S0200	2,5	2,8	-0,30
3	163S0210	2,5	2,8	-0,30
4	163S0220	2,5	2,6	-0,13
5	163S0230	2,4	2,6	-0,23
6	180S0350	2,2	2,6	-0,35
7	180S0370	2,4	2,6	-0,16
8	180S0371	2,3	2,6	-0,26
9	182S0290	2,1	2,4	-0,31
10	182S0430	2,2	2,2	-0,02
11	280S0100	2,0	2,6	-0,57
12	280S0120	2,2	2,6	-0,44
13	280S0130	2,1	2,6	-0,46
14	280S0150	2,4	2,5	-0,16
15	280S0170	2,3	2,5	-0,25
16	466S1000	2,2	2,6	-0,43

As Figuras 4.10 e 4.11 apresentam a equação de correlação linear com o respectivo coeficiente de correlação e os resíduos.

FIGURA 4.10 – Correlação dos valores observados de IRI em relação aos valores previstos pela eq. 4.23.

FIGURA 4.11 – Resíduos dos valores de IRI previstos pela eq. 4.23.

Observa-se uma correlação razoavelmente satisfatória, o que não ocorre com a distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero. A correlação obtida é um aspecto estatístico razoável à utilização do modelo da eq. 4.23.

f) Análises de Resíduos e de Correlação do Modelo Estatístico para Previsão da Deflexão (Eq. 4.24)

A Tabela 4.24 apresenta valores observados e previstos da deflexão. Estes últimos foram calculados através da eq. 4.24, com base nos valores dos parâmetros da Tabela G.4 do ANEXO G.

TABELA 4.24 – Valores de deflexão observados e previstos pela eq. 4.24.

ORDEM	SEÇÃO	DEFLEXÃO (0,01 mm)		
		Obs	Previsão	Resíduo
1	082S0270	53	54	-1,31
2	163S0200	51	51	0,20
3	163S0210	54	51	3,20
4	163S0220	44	52	-7,70
5	180S0350	49	51	-1,90
6	180S0370	39	48	-8,51
7	180S0371	45	48	-3,10
8	182S0280	50	45	5,37
9	182S0290	52	52	-0,07
10	280S0100	54	52	1,93
11	280S0110	53	51	2,29
12	280S0120	51	51	0,29
13	280S0130	48	51	-2,53
14	280S0170	36	43	-4,60
15	509S0030	43	48	-5,00

As Figuras 4.12 e 4.13 apresentam a equação de correlação linear com o respectivo coeficiente de correlação e os resíduos. Observa-se uma correlação razoavelmente satisfatória e também a distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero, aspectos estatísticos ainda favoráveis à utilização do modelo da eq. 4.24.

FIGURA 4.12 – Correlação dos valores observados de deflexão em relação aos valores previstos pela eq. 4.24.

FIGURA 4.13 – Resíduos dos valores de deflexão previstos pela eq. 4.24.

g) Análises de Resíduos e de Correlação do Modelo Estatístico por Previsão do IRI (Eq. 4.25)

A Tabela 4.25 apresenta os valores observados e previstos do IRI, sendo que estes últimos foram calculados através da eq. 4.25, com base nos valores dos parâmetros contidos na Tabela G.3 do ANEXO G.

TABELA 4.25 – Valores de IRI observados e previstos pela eq. 4.25.

ORDEM	SEÇÃO	IRI (m/km)		
		Obs	Previsão	Resíduo
1	082S0270	2,5	2,5	0,00
2	163S0200	2,5	2,5	0,00
3	163S0210	2,6	2,5	-0,10
4	163S0220	2,7	2,5	-0,20
6	180S0350	2,0	2,3	0,30
7	180S0370	2,1	2,3	0,20
8	180S0371	1,8	2,3	0,50
9	182S0280	2,0	2,5	0,20
10	182S0290	2,0	2,3	0,30
11	182S0410	2,2	2,4	0,20
12	280S090	2,8	2,5	-0,30
13	280S0130	2,5	2,4	-0,10
14	280S0150	2,2	2,4	0,20
15	466S1000	2,3	2,3	0,00
16	509S0030	2,3	2,2	-0,10

As Figuras 4.14 e 4.15 apresentam a equação de correlação linear com o respectivo coeficiente de correlação e os resíduos.

Observa-se uma correlação satisfatória e também a distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero, aspectos estatísticos favoráveis à utilização do modelo da eq. 4.25.

FIGURA 4.14 – Correlação dos valores observados de IRI em relação aos valores previstos pela eq. 4.25.

FIGURA 4.15 – Resíduos dos valores de IRI previstos pela eq. 4.25.

h) Análises de Resíduos e de Correlação do Modelo Estatístico para Previsão da Deflexão (Eq. 4.26)

A Tabela 4.26 apresenta os valores observados e previstos do IRI, sendo que estes últimos foram calculados através da eq. 4.26, com base nos valores dos parâmetros contidos na Tabela G.3 do ANEXO G.

TABELA 4.26– Valores de deflexão observados e previstos pela eq. 4.26.

ORDEM	SEÇÃO	DEFLEXÃO (0,01 mm)		
		OBSERVADO	PREVISTO	RESÍDUO
1	082S0270	51	47	3,52
2	163S0190	49	49	-0,47
3	163S0210	51	48	3,07
4	163S0220	54	48	6,01
5	163S0230	52	46	6,02
6	180S0350	44	44	0,46
7	180S0370	35	43	-7,72
8	180S0371	39	43	-4,22
9	182S0280	47	46	0,86
10	182S0290	49	43	6,30
11	182S0430	46	45	0,60
12	182S0450	46	46	0,48
13	280S0090	58	50	7,95
14	280S0110	54	46	7,70
15	280S0120	53	46	7,15
16	280S0130	51	45	6,05
17	280S0150	48	43	4,97
18	280S0170	39	45	-6,05
19	509S0030	43	39	4,46

As Figuras 4.16 e 4.17 apresentam a equação de correlação linear com o respectivo coeficiente de correlação e os resíduos.

Observa-se uma correlação satisfatória e também a distribuição aleatória dos resíduos em torno de zero, aspectos estatísticos favoráveis à utilização do modelo da eq. 4.26.

FIGURA 4.16 – Correlação dos valores observados de deflexão em relação aos valores previstos pela eq. 4.26.

FIGURA 4.17 – Resíduos dos valores de deflexão previstos pela eq. 4.26.

4.4 – MODELOS PROBABILÍSTICOS

Para o desenvolvimento de modelos probabilísticos utiliza-se o processo de Markov, que é um processo estocástico baseado na seguinte propriedade: o futuro do processo só depende do estado presente, isto é, a probabilidade de um evento ocorrer no futuro, dado qualquer evento passado e o estado atual, é independente do estado passado e depende apenas do estado atual do processo (WHITE III & WHITE, 1989).

O processo de Markov é baseado na determinação de vetores estado e no estabelecimento de matrizes de probabilidades de transição para cada seção do pavimento. Os vetores estado de cada seção são determinados a partir da utilização da escala de medida da condição dos pavimentos, definida em termos de Índice de Condição do Pavimento (ICP) ou um outro índice, que varia de 0 a 100 e pode ser dividido em um número de intervalos que corresponde a igual número de colunas da matriz. Um vetor estado indica a probabilidade da seção do pavimento estar em cada um dos estados de condição em qualquer ano.

Se, por exemplo, forem consideradas 10 subdivisões, a primeira coluna indica a probabilidade de uma seção apresentar ICP entre 90 e 100, a segunda entre 80 e 90 e assim por diante. Neste trabalho, foram considerados 20 intervalos iguais a 5 unidades. Essa divisão foi feita para poder permitir uma análise sobre o desempenho do pavimento a partir do ano de liberação da seção ao tráfego, ou seja, ano 0 (zero) e não a partir do ano de avaliação da condição atual, como se faz normalmente.

Assim, a curva de desempenho obtida retrataria todo ciclo de vida do pavimento, cobrindo desde a construção até o nível mínimo de condição estabelecido, de acordo com o critério adotado para cada faixa de condição. Para o ano zero, foi estabelecido um ICP igual a 95, valor similar ao que se adota para o PSI da AASHTO (geralmente, entre 4,0 e 4,5).

Com essa consideração, o vetor estado inicial $p(0)$ da seção foi estabelecido como sendo igual a $p(0) = (0,9; 0,1; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0)$, que representa a condição no ano 0 (zero). Os vetores estados possuem, portanto, 20 colunas. A primeira coluna indica a probabilidade de uma seção apresentar ICP entre 95 e 100, a segunda indica a probabilidade de uma seção apresentar ICP entre 90 e 95 e assim por diante.

As matrizes de probabilidades de transição, com finalidade de prever o desempenho dos pavimentos ao longo do tempo, são obtidas a partir de dados históricos de desempenho de pavimentos de inúmeras seções de pavimentos. Entretanto, a quantidade de informações obtidas pelo DER-PR baseadas nos levantamentos efetuados em apenas dois períodos (1995 e 1988) não é suficiente para permitir a determinação direta das matrizes. Por essa razão, as matrizes são também estimadas de acordo com a opinião dos especialistas, formalizadas através do método de Delfos, capazes de prever a maneira com que o pavimento se comporta com o tempo, bem como estimar as necessidades futuras.

Para o estabelecimento das matrizes são obedecidas as seguintes propriedades: o estado de cada seção de pavimento não deve se alterar mais do que uma vez em um ciclo de solicitação (um ano) e, para escrever a primeira linha da matriz, admite-se que cada seção apresente ICP entre 95 e 100, a segunda entre 90 e 95 e assim por diante. Conseqüentemente, cada matriz deve ter apenas duas diagonais principais, que correspondem à probabilidade em permanecer em determinado estado apenas em um ciclo de solicitação e à probabilidade de passar para o próximo estado durante um ciclo de solicitação. Assim, a matriz de probabilidade de transição de uma seção (como por exemplo a seção 462S0030), tem a seguinte forma geral (Figura 4.18):

O vetor estado para qualquer ciclo de solicitação t é obtido pela multiplicação do vetor inicial $p(0)$ pela matriz de probabilidade de transição P elevada à potência t . Então, o vetor estado $p(t)$ representa todas as condições, inclusive a condição atual dos pavimentos que foi obtida durante a avaliação da condição dos pavimentos por especialistas do DER-PR. Com esse procedimento, os estados tanto do passado como

do futuro do pavimento, em qualquer ciclo de solicitação t , podem ser previstos, como mostra a Figura 4.19.

$$P = \begin{bmatrix} \underline{0,8} & \underline{0,2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \underline{0,7} & \underline{0,3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \underline{0,6} & \underline{0,4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \underline{0,6} & \underline{0,4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{0,5} & \underline{0,5} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{0,4} & \underline{0,6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{0,4} & \underline{0,6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{0,2} & \underline{0,8} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{0,2} & \underline{0,8} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{1} & \underline{0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{1} & \underline{0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{1} & \underline{0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{1} & \underline{0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{1} & \underline{0} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{1} & \underline{0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{1} & \underline{0} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \underline{1} & \underline{0} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

FIGURA 4.18 – Exemplo de uma matriz de probabilidade de transição (seção 462S0030).

FIGURA 4.19 – Curva de desempenho da seção de pavimento 170S0170 prevista até a condição mínima aceitável.

O formulário utilizado para avaliação subjetiva dos pavimentos é apresentado pela Figura 4.20. A Tabela 4.27 mostra a correspondência entre a escala do ICP com os conceitos de condição do pavimento, que vão do muito ruim ao muito bom.

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DA SEÇÃO DE PAVIMENTOS	
Seção:	
Extensão:	
Idade:	VDM:
Avaliador:	Data: / /
ICP p/ 2002:	É satisfatório: Sim () Não ()
ICP prevista p/ 2003:	ICP prevista p/ 2005:
ICP prevista p/ 2004:	ICP prevista p/ 2006:
ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO	
Para 2002: Sim () Não ()	Tipo de M & R: Quando? ()
Para 2007: Sim () Não ()	Tipo de M & R:

FIGURA 4.20 – Formulário para avaliação da condição dos pavimentos.

TABELA 4.27 – Escala de avaliação do Índice de Condição do Pavimento (ICP).

ÍNDICE DE CONDIÇÃO DOS PAVIMENTOS	
CONCEITO	ESCALA
Muito Bom	100 – 80
Bom	80 – 60
Regular	60 – 40
Ruim	40 – 20
Muito ruim	20 – 0

O método de Delfos é utilizado tanto para a avaliação da condição atual como para a estimativa da previsão de desempenho e das necessidades das seções do pavimento. A avaliação subjetiva das seções de pavimentos foi efetuada como se fosse para uma rodovia de tráfego intenso, composto de veículos comerciais e de passageiros, trafegando num veículo de passeio médio a uma velocidade próxima do seu limite permitido (70 a 80 km/h), sob condições climáticas favoráveis. O avaliador considerou apenas o estado atual da superfície, incluindo “buracos”, saliências, irregularidades transversais e longitudinais, ignorando os aspectos geométricos da seção da rodovia, a resistência à derrapagem e grandes depressões em aterros. Cada seção de pavimento foi classificada segundo os valores atribuídos em escala que varia de 0 (pavimento em péssima condição) a 100 (pavimento em condições muito boas).

A Tabela 4.28 apresenta resultados obtidos através de opiniões formalizadas por especialistas, que analisaram as seções de pavimentos estabelecidas na programação fatorial (Tabela 4.1).

Com os valores de ICP da Tabela 4.28, obtidos através de avaliações subjetivas, foram estimadas as matrizes de probabilidades de transição e os vetores estado correspondentes (Anexo H) e, conseqüentemente, o desenvolvimento das curvas de previsão de desempenho para as seções analisadas, que são apresentadas no capítulo 5.

TABELA 4.28 – Resultado da avaliação subjetiva das seções de pavimentos não reabilitadas até 1995

ORDEM	SEÇÃO	ÍNDICE DE CONDIÇÃO DOS PAVIMENTOS (ICP)					
		ANO					
		2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	163S0110	55	52	48	40	35	30
2	566S0020	55	52	48	45	42	40
3	488S0030	55	50	45	40	35	30
4	488S0050	53	50	45	43	40	35
5	90S0290	68	65	60	55	50	45
6	90S0310	60	55	50	48	45	40
7	90S0330	58	56	53	50	47	44
8	160S0150	78	74	72	70	65	62
9	170S0180	85	85	80	75	70	70
10	170S0200	80	80	75	75	70	65
11	170S0170	60	55	50	45	40	35
12	462S0030	65	63	60	57	55	50
13	462S0050	64	60	55	53	50	47
14	160S0050	58	54	50	44	40	35
15	160S0070	60	54	50	45	40	35
16	160S0090	62	55	53	48	44	40
17	160S0190	80	80	77	72	70	60
18	443S0050	78	75	72	70	68	65
19	163S0130	60	57	55	50	45	40
20	456S0010	80	80	78	75	73	70
21	456S0030	80	80	78	75	73	70
22	323S0070	55	50	45	40	35	30
23	445S0020	55	52	48	44	40	35
24	445S0030	55	50	48	45	40	35
25	323S0170	55	50	45	40	35	30
26	444D0031	80	80	75	75	70	70
27	460S0010	50	45	40	35	30	25
28	487S0195	50	43	35	30	25	20
29	160S0170	80	78	75	72	70	65

5 – RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 – Análise dos Modelos Estatísticos

Apresenta-se uma análise dos efeitos dos fatores (idade, tráfego e número estrutural) sobre as variáveis independentes (irregularidade longitudinal e deflexão) com objetivo de identificar os fatores e interações mais significativos e obter modelos de previsão de desempenho. E, finalmente, uma análise comparativa é feita com determinados modelos desenvolvidos por organismos rodoviários, estrangeiros e brasileiros.

5.1.1 – Análise dos Efeitos dos Fatores sobre os Pavimentos

5.1.1.1 – Modelos para Pavimentos não Reabilitados Obtidos a Partir da Avaliação Realizada em 1995

a) Irregularidade Longitudinal dos Pavimentos

As Figuras 5.1 e 5.2 mostram os efeitos dos fatores idade, tráfego e número estrutural sobre a irregularidade longitudinal da superfície dos pavimentos. Analisando as Figuras 5.1 e 5.2 verifica-se que a irregularidade longitudinal aumenta com a idade e com o tráfego e diminui com o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos. O efeito do tráfego é maior do que o efeito do número estrutural. Deve-se destacar que, logo após a construção, o valor da irregularidade é praticamente o mesmo para todas as combinações de fatores.

FIGURA 5.1 – Efeito da idade e do tráfego sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.

FIGURA 5.2 – Efeito da idade e do número estrutural sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.

b) Deflexões Recuperáveis dos Pavimentos

As Figuras 5.3 e 5.4 mostram os efeitos dos fatores idade, tráfego e número estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.

Figura 5.3 – Efeitos da idade e do tráfego sobre a deflexão dos pavimentos.

Figura 5.4 – Efeitos da idade e do número estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.

Analisando as Figuras 5.3 e 5.4 verifica-se que a deflexão aumenta com a idade e com o tráfego e diminui com o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos. O efeito da capacidade estrutural é maior do que o efeito do tráfego. Deve-se destacar que, logo após a construção, para diferentes valores do número estrutural, os valores das deflexões no ano zero também são diferentes para todas as combinações de fatores.

5.1.1.2 – Modelos para Pavimentos não Reabilitados Obtidos a Partir da Avaliação Realizada em 1998

a) Irregularidade Longitudinal do Pavimento

As Figuras 5.5 e 5.6 mostram os efeitos da idade, tráfego e capacidade estrutural sobre a irregularidade longitudinal da superfície dos pavimentos.

Figura 5.5 – Efeito da idade e do tráfego sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.

Figura 5.6 – Efeito da idade e do número estrutural sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.

Analisando as Figuras 5.5 e 5.6 verifica-se que a irregularidade longitudinal aumenta com a idade e com o tráfego e diminui com o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos. O efeito do tráfego é maior do que o efeito do número estrutural. Deve-se destacar que, logo após a construção, o valor da irregularidade é praticamente o mesmo para todas as combinações de fatores.

b) Deflexões Recuperáveis dos Pavimentos

As Figuras 5.7 a 5.8 mostram a influência dos fatores idade, tráfego e número estrutural sobre as deflexões dos pavimentos.

Analisando as Figuras 5.7 e 5.8 verifica-se que a deflexão aumenta com a idade e com o tráfego e diminui com o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos. O efeito do número estrutural é maior do que o efeito do tráfego. Deve-se destacar que, logo após a construção, para diferentes valores do número estrutural, os valores da deflexão no ano zero também são diferentes para todas as combinações de fatores.

Figura 5.7 – Influência da idade e do tráfego sobre a deflexão dos pavimentos.

Figura 5.8 – Influência da idade e do número estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.

5.1.1.3 – Modelos para Pavimentos Reabilitados Obtidos a Partir da Avaliação Realizada em 1995

a) Irregularidade Longitudinal dos Pavimentos

As Figuras 5.9 e 5.10 mostram os efeitos dos fatores idade, tráfego e número estrutural sobre a irregularidade longitudinal da superfície dos pavimentos.

Figura 5.9 – Efeitos da idade e do tráfego sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.

Figura 5.10 – Efeitos da idade e do número estrutural sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.

Analisando as Figuras 5.9 e 5.10 verifica-se que a irregularidade longitudinal aumenta com a idade e com o tráfego e diminui com o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos. O efeito do tráfego é maior do que o efeito do número estrutural. Deve-se destacar que, para pavimentos reabilitados, logo após o recapeamento os valores da irregularidade não são os mesmos, pois a condição de deterioração antes da intervenção se reflete, em maior ou menor grau, no início do novo ciclo de vida em serviço.

b) Deflexões Recuperáveis dos Pavimentos

Os gráficos das Figuras 5.11 e 5.12 apresentam os efeitos dos fatores idade, tráfego e número estrutural sobre as deflexões recuperáveis dos pavimentos.

Figura 5.11 – Efeitos da idade e do tráfego sobre as deflexões dos pavimentos.

Figura 5.12 – Efeitos da idade e da capacidade estrutural sobre as deflexões dos pavimentos.

Analisando as Figuras 5.11 e 5.12 verifica-se que a deflexão aumenta com a idade e com o tráfego e diminui com o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos. O efeito do tráfego é ligeiramente maior do que o efeito do número estrutural. Deve-se destacar que, para diferentes valores do número estrutural, os valores da deflexão no ano zero são relativamente próximos, provavelmente resultado dos critérios adotados para o dimensionamento do reforço.

5.1.1.4 – Modelos para Pavimentos Reabilitados Obtidos a Partir da Avaliação Realizada em 1998

a) Irregularidade Longitudinal dos Pavimentos

As Figuras 5.13 e 5.14 mostram os efeitos dos fatores idade, tráfego e número estrutural sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos. Analisando as Figuras 5.13 e 5.14 verifica-se que a irregularidade longitudinal aumenta com a idade e com o tráfego e diminui com o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos. O efeito do tráfego é praticamente igual ao efeito do número estrutural. Deve-se destacar que;

logo após a construção, o valor da irregularidade é praticamente o mesmo para todas as combinações de fatores.

Figura 5.13 – Efeitos da idade e do tráfego sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.

Figura 5.14 – Efeitos da idade e da capacidade estrutural sobre a irregularidade longitudinal dos pavimentos.

b) Deflexões Recuperáveis dos Pavimentos

As Figuras 5.15 a 5.16 mostram os efeitos dos fatores idade, tráfego e número estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.

Figura 5.15 – Efeitos da idade e do tráfego sobre a deflexão dos pavimentos.

Figura 5.16 – Efeitos da idade e da capacidade estrutural sobre a deflexão dos pavimentos.

Analisando as Figuras 5.15 e 5.16 verifica-se que a deflexão aumenta com a idade e com o tráfego e diminui com o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos. O efeito do tráfego é ligeiramente maior do que o efeito do número estrutural. Deve-se destacar que, para diferentes valores do número estrutural, os valores da deflexão no ano zero também são praticamente iguais.

5.1.2 – Comparação dos Modelos Estatísticos com Modelos de Desempenho Existentes

Os modelos de desempenho estatísticos, obtidos através do uso da análise de variância, são comparados com modelos desenvolvidos por organismos rodoviários nacionais e estrangeiros. Os parâmetros analisados foram a irregularidade longitudinal da superfície do pavimento e a deflexão máxima. E, para efeito de comparação dos resultados entre os modelos considerados, foram utilizadas informações levantadas em 1998 das seções de pavimentos de concreto asfáltico sem reabilitação.

5.1.2.1 – Parâmetro de Análise: Irregularidade Longitudinal do Pavimento (IRI)

As equações que representam as seções de pavimentos não reabilitadas, com base nos levantamentos realizados em 1995 e 1998, são, respectivamente:

$$IRI = 2,8 + 0,38I + 0,31N - 0,16SNC + 0,9I.N - 0,08I.SNC \quad \text{eq.4.19}$$

$$R^2 = 0,75$$

$$IRI = 2,91 + 0,43I + 0,24N - 0,21SNC + 0,12I.N \quad \text{eq.4.21}$$

$$R^2 = 0,69$$

Foram selecionados, para fins de comparação com os modelos desenvolvidos, os seguintes modelos:

- a) Equação empírica estabelecida por QUEIROZ (1981), com base nos dados coletados da PICR e utilizada no método de projeto de reabilitação DNER-PRO 159/85 (DNER, 1985):

$$QI = 12,63 - 5,16RH + 3,31ST + 0,393AGE3 + 8,66 \log(N / SNC) + 7,17 \times 10^{-5} (DEF_{vb} \times \log N)^2 \quad (\text{eq. 2.9})$$

$$R^2 = 0,52$$

- b) Equação empírica estabelecida por PATERSON (1987) através de análise de regressão dos dados coletados na PICR:

$$QI = [QI_0 + 0,725(1 + SNC)^{-4,99} \times YE4] \times e^{0,0153AGE3} \quad (\text{eq. 2.29})$$

$$R^2 = 0,75$$

- c) Equação obtida por MARCON (1996) através de análise de regressão de dados coletados na malha rodoviária do Estado de Santa Catarina:

$$QI = 18,348 + 1,1635IDADE \quad (\text{eq. 2.30})$$

$$R^2 = 0,29$$

Para utilização dos modelos adotados para comparação foram necessárias adaptações nos dados levantados. Destacam-se:

- $DEF_{vb} = 0,71DEF_{FWD}$, correlação obtida pelo DER-PR (1997), onde DEF_{vb} e DEF_{FWD} são, respectivamente, deflexão máxima média obtida com viga Benkelman e deflexão máxima média obtida com FWD, em 0,01 mm;
- os valores de QI (contagens/km) foram transformados em IRI (m/km), $QI = 13 \times IRI$;

- $QI_0 = 25$, valor adotado por WATANADA et al. (1987).

As equações 2.9, 2.29 e 2.30 apresentam os modelos após as adaptações nos dados de entrada:

$$IRI = \frac{12,63 + 0,393IDADE + 8,66 \log(N / SNC) + 7,17 \times 10^{-5} (DEF_{vB} \times \log N)^2}{13} \quad (\text{eq. 2. 9})$$

$$IRI = \frac{25 + 0,725(1 + SNC)^{-4,99} \times YE4}{13} \times e^{0,0153IDADE} \quad (\text{eq. 2.29})$$

$$IRI = \frac{(18,348 + 1,1635IDADE)}{13} \quad (\text{eq. 2.30})$$

5.1.2.2 – Parâmetro de Análise: Deflexão Máxima Recuperável (DEF)

As equações que representam as seções de pavimentos não reabilitadas, com base nos levantamentos realizados em 1995 e 1998, são, respectivamente:

$$DEF = 56,0 + 8,7I + 4,25N - 4,75SNC + 1,83I.SNC \quad (\text{eq. 4.20})$$

$$R^2 = 0,62$$

$$DEF = 57,6 + 7,8I + 5,1N - 3,6SNC \quad (\text{eq. 4.22})$$

$$R^2 = 0,60$$

Foi selecionado, para fins de comparação com os modelos desenvolvidos, o seguinte modelo:

- Equação empírica desenvolvida por MARCON (1996) através de análise de regressão dos dados coletados na malha rodoviária do Estado de Santa Catarina, sendo que a equação a ser examinada é função apenas da idade:

$$DIF = 24,288 + 3,5458/DAD/E \quad (\text{eq. 2.32})$$

$$R^2 = 0,37$$

Para comparação foram utilizadas seções de pavimentos de concreto asfáltico não reabilitados, todas localizadas na região de basalto do Estado do Paraná e não utilizadas para o desenvolvimento dos modelos (Tabelas G.1 e G.2 do ANEXO G).

Os resultados obtidos com as equações 4.19, 2.9, 2.29 e 2.30 são apresentados na Tabela 5.1. Os valores do IRI obtidos são plotados em gráfico na Figura 5.17. Observa-se que as inclinações das retas do modelo estatístico e do modelo desenvolvido por QUEIROZ (1984), eq. 2.9, que também considera os fatores idade; tráfego e número estrutural, e, também, a deflexão, são praticamente iguais, indicando uma mesma tendência de comportamento de deterioração ao longo do tempo. Complementarmente, a Figura 5.17 apresenta as retas dos demais modelos analisados e os pontos observados, destacando o melhor resultado do modelo desenvolvido neste trabalho (eq. 4.19).

FIGURA 5.17 – Análise comparativa do modelo de desempenho estatístico com outros modelos para previsão do IRI.

TABELA 5.1 – Valores previstos do IRI pelos modelos de desempenho.

ORDEM	SEÇÃO	I D A D E	IRI (m/km)				
			Modelo Estatístico (Eq. 4.19)	Queiroz (Eq. 2.9)	Paterson (Eq. 2.29)	Marcon (Eq. 2.30)	Observado
1	090S0290	21	3,2	5,6	3,3	3,3	2,8
2	090S0310	21	3,2	5,5	3,3	3,3	2,8
3	090S0330	21	3,2	5,5	3,3	3,3	2,8
4	158S0410	27	3,5	6,1	10,5	3,8	2,8
5	160S0030	20	3,9	5,2	2,8	3,2	4,0
6	160S0050	20	3,0	5,3	2,8	3,2	3,4
7	160S0070	20	3,1	5,3	2,9	3,2	3,4
8	160S0090	20	3,1	5,3	2,7	3,2	2,9
9	160S0150	5	3,0	4,8	2,2	1,9	3,2
10	160S0170	8	2,4	5,5	2,9	2,1	2,3
11	163S0130	11	3,9	5,0	3,2	2,4	2,7
12	170S0170	13	3,2	4,9	2,4	2,6	2,2
13	170S0200	11	2,5	4,5	2,4	2,4	2,7
14	170S0205	11	2,8	4,5	2,4	2,4	3,2
15	170S0310	11	3,5	5,3	3,1	2,4	2,6
16	180S0420	29	2,7	6,6	18,2	4,0	3,0
17	280S0230	23	2,6	6,1	3,7	3,5	2,0
18	281S0490	20	2,6	5,4	3,5	3,2	2,4
19	323S0170	11	2,6	5,5	3,5	2,4	2,3
20	443S0050	21	2,9	4,7	2,7	3,3	3,2
21	444D0031	10	4,4	5,3	2,7	2,3	3,4
22	460S0010	18	3,6	5,8	3,5	3,0	4,5
23	462S0050	17	4,2	4,7	2,6	2,9	3,0
24	469S0010	15	3,5	5,0	2,6	2,8	3,6
25	487S0195	18	3,2	5,6	3,5	3,0	4,4
26	488S0030	17	3,2	5,1	2,8	2,9	4,0
27	488S0040	17	2,9	5,0	2,8	2,9	2,7
28	488S0050	17	4,4	5,1	2,8	2,9	2,1
29	546S0010	21	4,1	4,8	2,7	3,3	2,9
30	566S0020	14	3,4	3,6	2,4	2,7	2,9
31	583S0010	13	3,0	4,7	2,7	2,6	2,6

Os resultados obtidos com as equações 4.20 e 2.32 são apresentados na Tabela 5.2.

TABELA 5.2 – Valores previstos da deflexão pelos modelos de desempenho.

ORDEM	SEÇÃO	DEFLEXÃO (0,01 mm)		
		ESTATÍSTICO (Eq. 4.20)	MARCON (Eq. 2.32)	OBSERVADO
1	090S0290	74	99	71
2	090S0310	73	99	65
3	090S0330	73	99	64
4	160S0030	55	96	53
5	160S0050	60	96	59
6	160S0070	62	96	59
7	160S0150	46	42	53
8	160S0190	66	114	65
9	163S0110	58	53	58
10	163S0130	65	64	54
11	170S0180	36	60	29
12	170S0200	39	64	27
13	170S0205	39	64	26
14	170S0310	61	64	50
15	180S0420	71	127	66
16	280S0230	73	106	65
17	281S0270	74	99	68
18	281S0470	74	95	79
19	281S0490	54	95	55
20	323S0170	66	63	56
21	444D0033	62	60	56
22	456S0010	59	70	61
23	456S0030	54	70	55
24	460S0010	63	88	66
25	462S0030	58	88	45
26	469S0010	54	77	59
27	469S0030	66	67	61
28	487S0195	63	88	55
29	488S0030	63	85	53
30	488S0050	63	85	59
31	546S0010	58	74	65

Os valores da deflexão obtidos são plotados em gráfico na Figura 5.18. Observa-se que há discordância entre o modelo estatístico e o modelo desenvolvido por MARCON (1996), eq. 2.32, que considera tão somente o fator idade.

Complementarmente, a Figura 5.18 apresenta as retas dos modelos analisados e os pontos observados, destacando o melhor resultado do modelo desenvolvido neste trabalho (eq. 4.20).

FIGURA 5.18 – Análise comparativa do modelo de desempenho estatístico (deflexão).

Os resultados obtidos com as equações 4.21, 2.9, 2.29 e 2.30 são apresentados na Tabela 5.3. Os valores do IRI obtidos são plotados na Figura 5.19. Observa-se que há uma boa concordância entre o modelo estatístico e o modelo desenvolvido por PATERSON (1987), eq. 2.29, que também considera os mesmos fatores (idade; tráfego e número estrutural). As inclinações das retas dos modelos são praticamente iguais, indicando uma mesma tendência de comportamento de deterioração ao longo do tempo.

Complementarmente, a Figura 5.19 apresenta as retas dos modelos analisados e os pontos observados, destacando o melhor resultado do modelo desenvolvido neste trabalho (eq. 4.21).

TABELA 5.3 – Valores do IRI previstos pelos modelos de desempenho.

ORDEM	SEÇÃO	I D A D E	IRI (m/km)				
			Estatístico (Eq. 4. 21)	Queiroz (Eq. 2.9)	Paterson (Eq. 2.29)	Marcon (Eq. 2.30)	Observado
1	090S0290	18	3,0	5,4	3,1	3,0	2,8
2	090S0310	18	3,0	5,3	3,0	3,0	2,7
3	090S0330	18	3,0	5,3	3,0	3,0	2,8
4	158S0410	27	3,7	5,9	3,0	3,8	4,0
5	160S0030	17	2,9	5,1	2,7	2,9	2,5
6	160S0050	17	2,9	5,1	2,7	2,9	2,7
7	160S0070	17	2,9	5,1	2,6	2,9	2,4
8	160S0090	17	2,9	5,1	3,2	2,9	2,6
9	160S0150	2	2,2	4,5	2,1	1,6	2,0
10	163S0110	5	2,4	4,4	2,1	1,9	2,5
11	170S0170	9	2,5	4,6	2,3	2,2	3,0
12	170S0180	7	2,4	4,3	2,8	2,0	2,0
13	170S0200	8	2,5	4,3	2,7	2,1	2,2
14	170S0205	8	2,5	4,3	3,1	2,1	2,0
15	180S0410	20	3,6	6,1	3,3	3,2	3,2
16	180S0420	26	3,7	6,3	3,8	3,7	4,5
17	218S0320	6	2,5	4,8	2,8	1,9	2,6
18	280S0210	21	3,3	5,8	3,3	3,3	3,8
19	280S0230	20	3,5	6,1	3,3	3,2	3,6
20	281S0490	17	3,0	5,2	5,2	2,9	2,7
21	323S0030	11	3,2	5,6	2,3	2,4	2,7
22	323S0070	11	3,1	5,7	2,7	2,4	2,9
23	323S0170	8	2,7	5,0	2,5	2,1	2,8
24	444D0031	7	2,6	5,1	2,8	2,0	2,3
25	444E0031	7	2,6	5,2	4,8	2,0	2,3
26	445S0010	18	3,4	6,1	3,8	3,0	3,3
27	445S0020	24	3,8	6,3	4,1	3,6	3,8
28	445S0030	24	3,5	5,9	3,7	3,6	3,4
29	456S0010	8	2,6	5,1	2,8	2,1	2,4
30	459S0050	9	2,5	4,8	2,3	2,2	2,0
31	460S0010	15	3,0	5,6	2,5	2,8	3,1
32	462S0030	15	2,8	4,8	2,6	2,8	3,4
33	462S0050	14	2,8	4,7	6,3	2,7	2,2
34	469S0030	9	2,5	4,7	2,5	2,2	1,9
35	483S0010	19	3,4	6,1	2,9	3,1	2,8
36	487S0195	15	3,0	5,5	2,7	2,8	3,4
37	488S0030	14	2,8	4,9	2,7	2,7	2,5
38	488S0040	14	2,8	4,9	2,4	2,7	2,5
39	488S0050	14	2,8	4,9	2,4	2,7	3,0
40	546S0010	11	2,6	4,4	2,3	2,4	1,9
41	566S0020	9	2,5	3,3	2,2	2,2	2,1

FIGURA 5.19 – Análise comparativa do modelo de desempenho estatístico (IRI).

Os resultados obtidos com as equações 4.22 e 2.32 são apresentados na Tabela 5.4. Os valores da deflexão obtidos são plotados na Figura 5.20. Observa-se que há discordância de comportamento entre o modelo estatístico e o modelo desenvolvido por MARCON (1996), eq. 2.32, que considera tão somente o fator idade. Complementarmente, a Figura 5.20 apresenta as retas dos modelos analisados e os pontos observados, destacando o melhor resultado do modelo desenvolvido neste trabalho (eq. 4.22), que tem um maior coeficiente de correlação (r).

FIGURA 5.20 – Gráfico para análise do modelo estatístico (deflexão).

TABELA 5.4 – Valores de deflexão observados e previstos pelos modelos.

ORDEM	SEÇÃO	IDADE	DEFLEXÃO (0,01 mm)		
			Estatístico (Eq. 4.22)	Marcon (Eq. 2.32)	Observado
1	090S0290	18	68	88	71
2	090S0310	18	67	88	65
3	090S0330	18	67	88	64
4	158S0330	26	80	116	64
5	160S0030	17	48	85	53
6	160S0050	17	53	85	59
7	160S0070	17	55	85	59
8	160S0150	2	43	31	38
9	160S0170	22	64	102	61
10	160S0190	22	59	102	65
11	163S0110	5	52	42	58
12	163S0130	8	58	53	54
13	163S0300	18	59	88	53
14	170S0180	7	34	49	29
15	170S0200	8	36	53	27
16	170S0205	8	36	53	26
17	272S0310	20	63	95	63
18	280S0210	21	65	99	62
19	281S0270	18	64	88	68
20	281S0470	17	67	85	79
21	281S0490	17	67	85	55
22	317S0410	14	47	74	42
23	445S0030	24	71	109	61
24	445S0050	24	72	109	68
25	445S0060	24	72	109	66
26	456S0010	8	53	53	61
27	456S0030	10	54	60	55
28	460S0010	15	57	77	65
29	462S0030	15	55	77	45
30	469S0010	12	48	67	59
31	469S0030	9	48	56	61
32	483S0010	19	78	92	76
33	487S0195	15	58	77	55
34	488S0030	14	57	74	53
35	488S0040	14	57	74	56
36	488S0050	14	57	74	59
37	566S0020	8	50	53	42
38	583S0010	18	76	88	63

5.2 – Modelos Probabilísticos

5.2.1 – Introdução

A análise dos modelos probabilísticos baseia-se nas curvas de desempenho obtidas a partir das matrizes de probabilidades de transição e dos vetores estado apresentados no Anexo H. Os gráficos representam, respectivamente, grupos de seções de pavimentos correspondentes a cada célula da matriz fatorial como mostra, por exemplo, a Tabela 4.1. Cada curva de desempenho inicia no ano de abertura ao tráfego e termina no ano de 2002 ou quando o valor do ICP for igual a 40, condição de ruína, como indica a Tabela 4.27 ou até cinco anos após a avaliação da condição atual do pavimento. Não são consideradas seções após a reabilitação.

As células da matriz fatorial utilizadas para seleção das seções de pavimentos que foram analisadas pelos especialistas do DER-PR tiveram que ser definidas de acordo com os seguintes intervalos:

- Idade: entre 8 e 32 anos;
- Tráfego (N): de 10^3 a 9×10^5 ;
- Número estrutural corrigido (SNC): de 3,2 a 8,0.

Conseqüentemente, em função dos amplos intervalos adotados, dentro de uma mesma célula podem ser obtidas curvas de desempenho significativamente diferentes, sem que isso invalide a sistemática adotada.

5.2.2 – Seções Analisadas

Foram analisadas seções com as seguintes características:

a) Idade nova, tráfego baixo e número estrutural baixo

A Figura 5.21 apresenta as curvas de desempenho das seções de pavimento 163S00110 e 566S0020, obtidas a partir da análise da opinião de especialistas do DER-PR, sintetizadas nas matrizes de probabilidade de transição (Anexo H).

FIGURA 5.21 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento novo, N baixo e SNC baixo.

Analizando a Figura 5.21, verifica-se que a seção 163S0110, apesar de ser um pavimento mais novo, apresenta estado de deterioração avançado e que dentro de três anos, se nada for feito em relação à M&R, poderá atingir o nível mínimo de aceitabilidade (Tabela 4.27). A diferença de comportamento entre as duas seções se deve, principalmente, ao tráfego, pois o volume da seção 163S0110 é, aproximadamente, sete vezes superior ao que trafega na seção 566S0020.

b) Idade intermediária, tráfego baixo e número estrutural baixo

Analizando a Figura 5.22, observa-se que as seções apresentam boas condições quando da realização da avaliação, apesar da idade (20 anos). Apresentam, também, comportamento similar quanto à evolução de deterioração ao longo do tempo. A

tendência é atingir nível mínimo de aceitabilidade em cinco anos, se nenhuma atividade de M&R for realizada.

FIGURA 5.22 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento de idade intermediária, N baixo e SNC baixo.

c) Idade antiga, tráfego baixo e número estrutural baixo

FIGURA 5.23 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento velho, N baixo e SNC baixo.

Analisando a Figura 5.23, observa-se que, na condição atual, as três seções de pavimento encontram-se em boas condições. Apresentam, também, comportamento similar quanto à evolução de deterioração ao longo do tempo. Se nada for feito em relação à M&R, podem atingir o nível mínimo de aceitabilidade mínima aos 30 anos de vida.

d) Idade nova, tráfego baixo e número estrutural alto

FIGURA 5.24 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento novo, N baixo e SNC alto.

Analisando a Figura 5.24, verifica-se que as seções encontram-se em boas condições, embora a seção 160S0150 seja mais nova em relação às demais. Tal seção poderá atingir o nível mínimo de aceitabilidade dentro de 11 anos se nada for feito em relação à M&R ao longo do tempo. As outras seções que têm comportamentos similares ao longo do tempo, poderão atingir o nível mínimo dentro de 12 anos. A pior condição apresentada pela seção 160S0150 pode ser em razão da menor capacidade estrutural e/ou do processo construtivo, uma vez que o volume de tráfego que nela circula é inferior aos demais.

e) Idade intermediária, tráfego baixo e número estrutural alto

FIGURA 5.25 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento de idade intermediária, N baixo e SNC alto.

Analisando a Figura 5.25, observa-se que a seção de pavimento 170S0170 apresenta condição inferior em relação às demais, apesar de ser o mais novo. Nessa seção, se nada for feito em termos de M&R, a deterioração poderá chegar em um nível crítico em cinco anos. Embora a seção tenha maior capacidade estrutural, tal comportamento pode ser atribuído, principalmente, ao volume de tráfego que é quase duas vezes maior do que o volume que trafega nas outras seções. O comportamento das seções 462S0030 e 462S0050 ao longo do tempo é similar, com perspectiva de atingir o nível mínimo de aceitabilidade daqui a 9 e 10 anos, respectivamente.

f) Idade antiga, tráfego baixo e número estrutural alto

Analisando a Figura 5.26, verifica-se que o desempenho das três de seções de pavimentos são similares, apresentando atualmente uma condição de boa para regular, apesar de que, na seção 160S0090, o volume de tráfego estimado é quase a

metade do volume que trafega nas outras seções. A previsão é se atingir o nível mínimo de aceitabilidade em 6 anos, se nada for feito em termos de M&R.

FIGURA 5.26 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento antigo, N baixo e SNC alto.

g) Idade nova, tráfego alto e número estrutural baixo

Analisando a Figura 5.27, observa-se que a seção 163S0130 apresenta um desempenho apenas regular, ao passo que a seção 456S0010 apresenta boas condições. Enquanto que a primeira seção poderá atingir quase 20 anos de vida útil, a segunda conseguirá, muito provavelmente, chegar até aos 30 anos de vida em serviço. Essa diferença de desempenho pode ser devida ao número estrutural, embora o volume de tráfego na seção 456S0010 é duas vezes maior do que o volume de tráfego da seção 163S0130. Pode, também, ser atribuída ao processo construtivo das seções, pois elas estão circunscritas a distintos centros regionais administrativos do DER-PR..

FIGURA 5.27 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento novo, N alto e SNC baixo.

h) Idade intermediária, tráfego alto e número estrutural baixo

FIGURA 5.28 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento de idade intermediária, N alto e SN baixo.

Analisando a Figura 5.28, observa-se que a seção 456S0030 apresenta boas condições, enquanto que a seção 323S0070 apresenta condição regular. Em consequência disso, a primeira seção atingirá um nível mínimo de aceitabilidade dentro de dois anos, enquanto que a outra, em 9 anos. A diferença de desempenho pode ser atribuída, principalmente, ao tráfego que circula na seção 323S0070, onde o volume é, aproximadamente, três vezes maior do que o volume que circula na seção 456S0030.

i) Idade antiga, tráfego alto e número estrutural baixo

FIGURA 5.29 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento antigo, N alto e SN baixo.

Analisando a Figura 5.29, observa-se que as seções apresentam comportamento similar ao longo do tempo. Apesar de serem pavimentos velhos, apresentavam, na época da avaliação, uma condição regular. Assim, podem atingir o nível mínimo de aceitabilidade dentro de quatro anos.

As condições das seções acima analisadas foram atribuídas com base nas avaliações realizadas, em 1995, por uma empresa de projetos e consultoria. O recape dessas seções foi executado em 1997, impossibilitando, dessa forma, uma avaliação no ano de 2002. Segundo os resultados dessa avaliação, os pavimentos apresentavam uma

condição regular, com deformações plásticas em alguns locais e a ocorrência de trincas por fadiga. Conclui o relatório, que já é o “momento certo” para se fazer restauração desses pavimentos, sob o aspecto da gerência de pavimentos.

j) Idade nova, tráfego alto e número estrutural alto

FIGURA 5.30 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento novo, N alto e SN alto.

Analisando a Figura 5.30, observa-se que a condição da seção 323S0170 é regular, com ruína prevista para cinco anos. Já a seção 444D0031 apresenta boas condições, que podem atingir o nível mínimo de aceitabilidade dentro de doze anos. Embora os pavimentos tenham praticamente a mesma idade, a seção 323S0170 apresenta menor capacidade estrutural.

l) Idade intermediária, tráfego alto e número estrutural alto

Analisando a Figura 5.31, observa-se que as seções apresentam comportamento de deterioração similar ao longo do tempo e, se nada for feito em termos de M&R, poderão atingir o nível mínimo de aceitabilidade dentro de três anos.

FIGURA 5.31 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento de idade intermediário, N alto e SN alto.

m) Idade antiga, tráfego e número estrutural alto

FIGURA 5.32 – Modelo de desempenho probabilístico: pavimento antigo, N alto e SN alto.

Analisando a Figura 5.32, observa-se que a seção apresenta boas condições, o que lhe permitirá atingir o nível mínimo de aceitabilidade dentro de doze anos, se nada for feito em relação à M&R.

Salienta-se que o gráfico de desempenho da seção analisada não apresenta, ao longo de sua trajetória, uma curva contínua. As boas condições atingidas em idades avançadas impuseram-nos a utilização de uma combinação de duas matrizes de probabilidades de transição: uma até o ano de avaliação e outra após essa data.

5.3 – Síntese dos Modelos Probabilísticos

A Tabela 5.5 apresenta uma síntese dos modelos probabilísticos tomando como fator de análise a idade para atingir o nível mínimo de aceitabilidade das seções de pavimentos.

TABELA 5.5 – Síntese dos modelos probabilísticos em relação à idade das seções de pavimentos.

IDADE (pavimento)	TRÁFEGO BAIXO		TRÁFEGO ALTO	
	SN BAIXO	SN ALTO	SN BAIXO	SN ALTO
Novo	(14 - 17) Média = 16	(19 - 29) Média = 24	(19 - 26) Média = 22	(18 - 25) Média = 22
Intermediário	24	(19 - 29) Média = 25	(20 - 29) Média = 25	24
Antigo	31	28	29	40

Observando a Tabela 5.5, a única tendência existente, considerando os fatores analisados, é que os pavimentos construídos há mais anos apresentam melhor desempenho. Dentre as causas prováveis, podem ser citadas: melhores cuidados construtivos; menores volumes de tráfego nos anos iniciais de vida em serviço; realização de atividades de manutenção das de rotina; maior coibição de sobrecarga.

5.4 – Análise Comparativa de Desempenho dos Modelos Estatísticos e Probabilísticos

O propósito é analisar, simultaneamente, os modelos estatísticos e os modelos probabilísticos desenvolvidos neste trabalho. Foram consideradas, para os modelos estatísticos, as mesmas características identificadas nos modelos probabilísticos quanto à idade, número estrutural e tráfego. Foram analisadas as seguintes equações dos modelos estatísticos e seções dos modelos probabilísticos:

- a) Modelo estatístico para previsão do IRI e modelos probabilísticos para as seções 488S0030 e 488S0050 (idade intermediária, tráfego baixo e número estrutural baixo)

A Figura 5.33 foi elaborada com base na eq. 4.19 do modelo estatístico considerando a idade (0 a 25 anos), o tráfego ($N = 84000$) e o número estrutural ($SNC = 5,2$).

Figura 5.33 – Modelo estatístico da eq. 4.19 (IRI).

Figura 5.34 – Modelos probabilísticos.

Analisando as Figuras 5.33 e 5.34, observa-se que aos 25 anos as seções atingem condição crítica no modelo probabilístico ($ICP = 40$) o que corresponde a um $IRI = 3,6$. Embora esse valor esteja abaixo do IRI considerado como mínimo aceitável, ou seja, $IRI = 4,0$ (m/km), de uma maneira geral, o gráfico do modelo probabilístico complementa a adequabilidade do modelo estatístico na medida em que se verifica uma razoável concordância de comportamento com o modelo probabilístico ao longo do tempo.

b) Modelo estatístico para previsão da deflexão e modelos probabilísticos para as seções 488S0030 e 488S0050 (idade intermediária, tráfego baixo e número estrutural baixo)

A Figura 5.35 foi elaborada com base na eq. 4.20 do modelo estatístico, considerando a idade (0 a 25 anos), o tráfego ($N = 84000$) e o número estrutural ($SNC = 5,2$).

Figura 5.35 – Modelo estatístico da eq. 4.20 (deflexão).

FIGURA 5.36 – Modelos probabilísticos.

As Figuras 5.35 e 5.36, mostram que aos 25 anos as seções atingem um valor crítico de $ICP = 40$ no modelo probabilístico, o que corresponde a uma deflexão de 70 (0,01 mm) no modelo estatístico. Considerando um valor máximo aceitável para a deflexão entre 60 e 70 (0,01 mm), verifica-se que o modelo probabilístico complementa a verificação da adequabilidade do modelo estatístico, na medida em que se observa uma boa concordância de comportamento de deterioração com o modelo probabilístico.

- c) Modelos estatísticos para previsão do IRI e modelos probabilísticos das seções 90S0290, 90S0310 e 90S0330 (idade antiga, tráfego baixo e número estrutural baixo)

A Figura 5.37 foi elaborada com base na eq. 4.19 do modelo estatístico e nos valores de idade (0 a 30), o tráfego (83000) e o número estrutural (SNC = 4,6).

FIGURA 5.37 – Modelo estatístico da eq. 4.19 (IRI).

FIGURA 5.38 – Modelos probabilísticos.

Analisando as Figuras 5.37 e 5.38, verifica-se que aos 32 anos as seções atingem um valor crítico de $ICP = 40$ no modelo probabilístico, o que corresponde a um IRI de 4,0 (m/km) no modelo estatístico. Esse ponto indica a necessidade de intervenção nas seções, se considerarmos para o IRI um valor mínimo aceitável igual a 4,0 (m/km). Diante disso, o gráfico do modelo probabilístico complementa a verificação da adequabilidade do modelo estatístico, na medida em que se observa claramente uma boa concordância de comportamento da deterioração com o modelo probabilístico.

d) Modelos estatísticos para previsão da deflexão e modelos probabilísticos das seções 90S0290, 90S0310 e 90S0330 (idade antiga, tráfego baixo e número estrutural baixo)

A Figura 5.39 foi elaborada com aplicação da eq. 4.20 do modelo estatístico com base nos valores de idade (0 a 30), tráfego (83000) e número estrutural ($SNC = 4,6$).

FIGURA 5.39 – Modelo estatístico da eq.4.20 (deflexão).

FIGURA 5.40 – Modelos probabilísticos.

Analisando as Figuras 5.39 e 5.40, observa-se que aos 30 anos as seções atingem um valor crítico de ICP = 40 no modelo probabilístico, o que corresponde uma deflexão de 85 (0,01 mm) no modelo estatístico. Se considerarmos um valor máximo admissível para a deflexão entre 60 e 70 (0,01 mm), verifica-se que o modelo probabilístico complementa a verificação da adequabilidade do modelo estatístico, na medida em que se observa uma razoável concordância de comportamento de deterioração com o modelo probabilístico.

e) Modelos estatísticos para previsão do IRI e modelos probabilísticos das seções 460S0010 e 487S0195 (idade intermediária, tráfego alto e número estrutural alto)

A Figura 5.41 foi construída com a aplicação da eq. 4.21 do modelo estatístico com base nos valores de idade (0 a 24), tráfego (350000) e do número estrutural (SNC = 5,7).

FIGURA 5.41 – Modelo estatístico da eq. 4.21 (IRI).

FIGURA 5.42 – Modelos probabilísticos.

Analisando as Figuras 5.41 e 5.42, observa-se que aos 24 anos as seções atingem um valor crítico de $ICP = 40$ no modelo probabilístico, que corresponde um $IRI = 4,1$ (m/km) no modelo estatístico. Se considerarmos um valor mínimo aceitável para o $IRI = 4,0$ (m/km), verifica-se que o modelo probabilístico complementa a verificação

da adequabilidade do modelo estatístico, na medida em que se observa claramente uma boa concordância de comportamento de deterioração com o modelo probabilístico.

f) Modelo estatístico para previsão da deflexão e modelos probabilísticos das seções 460S0010 e 487S0195 (idade intermediária, tráfego alto e número estrutural alto)

A Figura 5.43 foi construída com base na aplicação da eq. 4.22 do modelo estatístico e nos valores de idade (0 a 24), tráfego (350000) e número estrutural ($SNC = 5,7$).

FIGURA 5.43 – Modelo estatístico da eq. 4.22.

FIGURA 5.44 – Modelos probabilísticos.

Analisando as Figuras 5.43 e 5.44, observa-se que aos 24 anos as seções atingem um valor crítico de $ICP = 40$ no modelo probabilístico, o que corresponde uma deflexão de 72 (0,01 mm) no modelo estatístico. Se considerarmos um valor máximo admissível para a deflexão entre 60 e 70 (0,01 mm), verifica-se que o modelo probabilístico complementa a verificação da adequabilidade do modelo estatístico, na medida em que se observa claramente uma boa concordância de comportamento de deterioração com o modelo probabilístico.

g) Modelo estatístico para previsão do IRI e modelos probabilísticos das seções 445S0020 e 445S0030 (idade antiga, tráfego alto e número estrutural baixo)

A Figura 5.45 foi construída com base na aplicação da eq. 4.21 do modelo estatístico e nos valores de idade (0 a 28), tráfego (230000) e número estrutural ($SNC = 5,1$).

FIGURA 5.45 – Modelo estatístico da eq. 4.21 (IRI).

FIGURA 5.46 – Modelos probabilísticos.

Analisando as Figuras 5.45 e 5.46, observa-se que aos 28 anos no modelo probabilístico, o ICP é igual a 40, valor considerado como mínimo aceitável para a condição das seções de pavimento. Isto corresponde, no modelo estatístico, um valor do $IRI = 4,1$, valor este superior ao mínimo considerado aceitável para os

pavimentos. Dessa forma, verifica-se que o modelo probabilístico complementa a verificação da adequabilidade do modelo estatístico, na medida em que se observa claramente uma boa concordância de comportamento de deterioração com o modelo probabilístico.

h) Modelo estatístico para previsão da deflexão e modelos probabilísticos das seções 445S0020 e 445S0030 (idade antiga, tráfego alto e número estrutural baixo)

A Figura 5.47 foi elaborada com base na aplicação da eq. 4.22 do modelo estatístico e nos valores de idade (0 a 28), tráfego (230000) e número estrutural ($SNC = 5,1$).

FIGURA 5.47 – Modelo estatístico da eq. 4.22 (deflexão).

FIGURA 5.48 – Modelos probabilísticos.

Analisando as Figuras 5.47 e 5.48, observa-se que aos 28 anos no modelo probabilístico, o ICP é igual a 40, valor considerado como mínimo aceitável para a condição das seções de pavimento. Isto corresponde no modelo estatístico a um valor da deflexão igual a 77 (0,01 mm), valor este superior ao mínimo considerado aceitável para os pavimentos (entre 60 e 70 0,01 mm). Dessa forma, verifica-se que o modelo probabilístico complementa a verificação da adequabilidade do modelo estatístico, na medida em que se observa uma razoável concordância de comportamento de deterioração com o modelo probabilístico.

Finalizando a análise comparativa dos modelos estatísticos e probabilísticos, deve-se destacar que o ICP tem maior relação com os aspectos funcionais, o que está de acordo com a maior correspondência entre os modelos probabilísticos (ICP) e os modelos estatísticos para a previsão da evolução da irregularidade longitudinal ao longo do tempo.

6 = CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para a obtenção dos modelos de desempenho de pavimentos, foi realizado um planejamento de experimento fatorial, levando-se em conta a idade, o tráfego e a estrutura dos pavimentos. Quanto ao fator meio ambiente, não foi considerado na análise estatística, pois o grupo de seções de pavimentos estudado situa-se numa região de condições climáticas homogêneas. As variáveis dependentes são o Índice de Condição do Pavimento (ICP), a irregularidade longitudinal (avaliação funcional) e a deflexão (avaliação estrutural).

Foram desenvolvidos modelos de desempenho estatísticos, obtidos através de análise de variância (ANOVA) de dados coletados em dois levantamentos realizados em 1995 e 1998 na malha rodoviária da região de basalto do Estado do Paraná. Além de serem utilizados para a previsão do desempenho, permitem a avaliação dos efeitos de cada fator e suas interações sobre o desempenho dos pavimentos.

Também foram desenvolvidos modelos de desempenho probabilísticos, mediante o estabelecimento de matrizes de probabilidades de transição (processo de Markov), a partir da opinião de especialistas (engenheiros do DER-PR), utilizando um método formal de entrevistas (método de Delfos).

Os modelos de previsão de desempenho estatísticos mostraram-se significativos, como atestam os valores dos coeficientes de determinação (R^2), dos coeficientes de correlação (r) e a distribuição dos valores residuais.

Foram comparados com modelos de desempenho empíricos, desenvolvidos por organismos rodoviários nacionais e estrangeiros, resultando em maior correlação entre valores observados e previstos. Salienta-se que os dados utilizados para calcular os coeficientes de correlação entre os valores observados e previstos são da mesma região, mas não os mesmos considerados para desenvolver os modelos estatísticos.

Os modelos estatísticos apresentaram resultados consistentes, sobretudo com o modelo desenvolvido por PATERSON (1987) com base nos dados coletados quando da PICR, realizada no Brasil. Particularmente, a variação do parâmetro IRI com o tempo é bastante similar nos dois modelos, que em suas equações utilizam os mesmos fatores: idade, tráfego e capacidade estrutural dos pavimentos.

O comportamento da deterioração com o tempo, apresentado nos modelos estatísticos, está relacionado a dois fatores: capacidade estrutural e baixo volume de tráfego. Esse comportamento também foi observado nos modelos probabilísticos, desenvolvidos com base na opinião dos especialistas.

Quanto à evolução do comportamento do parâmetro deflexão com o tempo, os modelos estatísticos desenvolvidos neste trabalho apresentaram uma menor taxa de deterioração que o modelo desenvolvido por MARCON (1996), que depende apenas do fator idade. A análise de correlação dos modelos com dados observados mostra o melhor resultado dos modelos estatísticos em relação ao modelo desenvolvido por MARCON (1996), cujos coeficientes de correlação foram, respectivamente, 0,86 e 0,53.

O Índice de Condição dos Pavimentos (ICP), utilizado como variável dependente das análises para o desenvolvimento dos modelos probabilísticos, tem maior relação com os aspectos funcionais, destacada pela maior correspondência dos modelos probabilísticos com os modelos estatísticos para previsão da evolução da irregularidade longitudinal ao longo do tempo. São mais importantes, portanto, para a gerência de pavimentos em nível de rede do que os modelos para previsão do comportamento estrutural (deflexão).

Para seções de pavimentos reabilitadas, o tráfego é o fator mais significativo, seguido pelo fator capacidade estrutural, o que pode ser atribuído ao fato que as reabilitações só recentemente começaram a ser realizadas na malha rodoviária do Estado do Paraná.

Os modelos estatísticos e probabilísticos desenvolvidos neste trabalho estão consistentes com o desempenho observado, o qual é caracterizado por uma evolução lenta da deterioração. Segundo os dados do inventário, muitas das seções de pavimentos apresentam necessidade de reabilitação após 15 anos de serviço e, às vezes, mais de 20 anos. Esse comportamento pode ser creditado, principalmente, a dois fatores: à estrutura do pavimento e ao baixo volume de tráfego que circula nas seções analisadas. Os casos de deterioração prematura de certas seções de pavimento têm provavelmente como causa principal o fator construtivo e a falta de controle das cargas por eixo.

Este trabalho mostra que é possível o desenvolvimento de modelos de desempenho sem dados históricos de avaliação da condição dos pavimentos ou tendo-se apenas dados coletados por um curto período de tempo, pois foi observada boa concordância entre os modelos estatísticos e probabilísticos, particularmente para previsão do desempenho funcional dos pavimentos.

De uma maneira geral, os modelos de desempenhos desenvolvidos neste trabalho apresentaram melhores resultados do que as equações desenvolvidas por pesquisadores e órgãos rodoviários brasileiros e estrangeiros, evidenciando as

limitações de modelos de desempenho desenvolvidos e calibrados sob condições específicas.

É possível indicar as atividades de M&R e a data mais adequada para a intervenção de uma seção, utilizando-se as curvas de desempenho obtidas através dos modelos probabilísticos, em função da condição do pavimento.

É importante observar que os processos para a obtenção dos modelos de desempenho e os fatores que afetam o comportamento de pavimentos rodoviários considerados neste trabalho são válidos para quaisquer malhas rodoviárias. São métodos capazes de contribuir para a implementação de sistema de gerência de pavimentos tanto em organismos rodoviários que têm dados históricos sobre a condição dos pavimentos como em organismos rodoviários que não têm banco de dados e que, mesmo assim, precisam começar a indispensável prática de gerência de pavimentos.

Junto com a preocupação acadêmica, tem-se a motivação de, na área tecnológica, produzir, aperfeiçoar ou adaptar ferramentas e métodos que possam resultar em aumento da eficiência econômica das atividades de pavimentação. Neste sentido, o trabalho pode ter contribuído não só em termos de pesquisas complementares mas, principalmente, sendo útil para a implementação de sistemas de gerência de pavimentos em outras regiões do Brasil.

Finalmente, sugere-se a utilização dos processos para a obtenção dos modelos de previsão do desempenho de pavimentos considerados neste trabalho em outras regiões, para que possa permitir conclusões mais precisas, desde que haja dados disponíveis para as análises estatísticas e especialistas familiarizados com o processo de obtenção das matrizes de probabilidades e com a rede pavimentada a ser estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHO** (1962). The AASHO Road Test: Report 5 – *Pavement research*.- Special Report 61E. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO** (1986). *AASHTO Guide for design of pavement structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO** (1993). *AASHTO Guidelines for pavement management systems*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ARB** (1978). Catálogo dos defeitos dos revestimentos dos pavimentos. Associação Rodoviária Brasileira. Trad. por Hugo Alves Pequeno. São Paulo
- ASPHALT INSTITUTE** (1995). *Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing – SP-1*.
- ATLAS GEOGRÁFICO DO ESTADO DO PARANÁ** (1987). Curitiba, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento e Instituto de Terras, Cartografia e Florestas.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS** (1982). ASTM E867-82A -*Standard definition of terms relating to traveled surface characteristics*. In: Annual Book of ASTM Standards Philadelphia, v. 01.05.
- BALADI, G. Y.** (1992). *Analysis of pavement distress data, pavement distress indices and remaining service life*. University Michigan. Michigan.
- BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S.** (1978). *Statistical for experiments*. New York, John Wiley.
- BUTT, A. A. ; SHAHIN, M. Y.; CARPENTER S. H.; CARNAHAN J. V.** (1987). *Application of Markov process to pavement management system at*

network level. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGING PAVEMENTS, 3., San Antonio, Texas, 1994. Anais. Washington, D. C., TRB. v. 2, p. 159-172.

CANADIAN GOOD ROADS ASSOCIATION (1965). *A guide to the structural design of flexible and rigid pavement*. Canada. Ottawa.

CAREY JR., W. N.; IRICK, P. E. (1960). *The pavement serviceability – performance concept*. Highway Research Board - Bulletin 250, p. 40-58.

CHONG, C. J.; PHANG, W. A.; WRONG, G. A. (1989). *Manual for condition rating of flexible pavement-distress identification*. Ministry of Transportation and Communications of Ontario.

CONTRAN (1998). *Resolução 12/98: Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias-terrestres*. Conselho Nacional de Trânsito. Ministério da Justiça do Brasil. Brasília, DF.

DARTER, M. I.; HUDSON, W. R. (1973). *Probabilistic design concepts applied to flexible pavement system design*. Research Report 123-18. Center for Transportation Research. University of Texas.

DARTER, M. I. (1980). *Requirements for reliable predictive pavement models*. Transportation Research Record, n. 766, p. 25-31.

DAVIS, C. F.; DINE, C. P. V. (1988). *Linear programming model for pavement management*. Transportation Research Record, n. 1200, p. 71-75.

DEMARCHI, S. H.; SETTI, J. R. A. (1999). *Caracterização da relação massa/potência de caminhões em rodovias do estado de São Paulo*. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes-ANPET, XIII., São Carlos-SP, 1999, v. 1, p. 571-584.

DER – PR (1977). *Projeto Final de Engenharia – Volume 1: Relatório do Projeto das Rodovias PR-317 e PR-463; PR-442; PR-476; PR-427; PR-466; PR-151; PR-182*. Curitiba, Departamento de Estradas de Rodagem da Secretaria dos Transportes do Estado do Paraná.

- _____.(1990). *Parâmetros de Tráfego*. Curitiba, Departamento de Estradas de Rodagem da Secretaria dos Transportes do Estado do Paraná.
- _____.(1995). *Relatório resumo dos trabalhos do plano piloto do sistema de gerência de pavimentos*. Curitiba, Departamento de Estradas de Rodagem da Secretaria dos Transportes do Estado do Paraná.
- _____.(1996). *Relatório final do sistema de gerência de pavimentos*. Curitiba, Departamento de Estradas de Rodagem da Secretaria dos Transportes do Estado do Paraná.
- _____.(1997). Sistema de Gerência de Pavimentos = DER/PR. *1ª Reunião dos Usuários de Sistema de Gerência de Pavimentos*. Curitiba, Departamento de Estradas de Rodagem da Secretaria dos Transportes do Estado do Paraná.
- _____.(1999). <http://www.pr.gov.br/>
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1978a).**
DNER-PRO 08-78 - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos- procedimentos. Rio de Janeiro, 11p.
- _____.(1978b). Determinação das deflexões no pavimento pela viga Benkelman. Método de ensaio DNER-ME 214-78. Rio de Janeiro, 6p.
- _____.(1979a). DNER-PRO 10/79 - *Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis-procedimento-A*. Rio de Janeiro, 31 p.
- _____.(1979b). DNER-PRO 11/79 - *Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis*. Rio de Janeiro, 16 p.
- _____.(1983). DNER-ES 128/83 – *Levantamento da condição de superfície de segmentos-testemunha de rodovias de pavimento flexível ou semi-rígido para gerência de pavimentos em nível de rede* . Rio de Janeiro, 11 p.
- _____.(1985). DNER-ES 159/85 – *Projeto de restauração de pavimentos flexíveis e rígidos*. Rio de Janeiro, 34 p.
- _____.(1988). – *Tabela de fatores de veículos*.. Rio de Janeiro, 194 p.
- _____.(1993). Sistema de gerência de pavimentos. Rio de Janeiro, 202 p.
- _____.(1994a). DNER-ES 24/94 –*Determinação das deflexões pela viga Benkelman*. Rio de Janeiro, 06 p.

- _____. (1994b). DNER-PRO 182/94 - *Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter*. Rio de Janeiro.
- _____. (1994c). – DNER-PRO175/94. *Aferição da viga Benkelman*. Rio de Janeiro, 11 p.
- _____. (1994d). DNER-PRO 269/94 - *Projeto de restauração de pavimentos flexíveis – TECNAPAV*. Rio de Janeiro.
- _____. (1998). *Manual de reabilitação de pavimentos asfálticos*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, n. 704/100. Rio de Janeiro, 85p.
- _____. (2000). *Rede rodoviária do PNV*. www.dner.gov.br.
- _____. (2001). *Condição da malha rodoviária*. www.dner.gov.br.
- DOMINGUES, F. A. A.** (1993). *MID – Manual para identificação de defeitos de revestimentos asfálticos de pavimentos*. São Paulo. LDTT/PTR/USP.
- DRAPER, N.; SMITH, H.** (1981). *Applied regression analysis*. John Wiley & Sons. New York.
- FEIGHAN, K. J.; SHAHIN, M. Y.; SINHA, K. C.; WHITE, T. D.** (1989). *A Prioritization scheme for the Micro PAVER pavement management*. Transportation Research Record, n. 1215, p. 89-100.
- FERNANDES JÚNIOR, J. L.** (1996). *Curso de atualização em sistemas de gerência de pavimentos*. São Carlos. Departamento de Transportes, EESC, USP.
- FERNANDES JÚNIOR, J. L.; SÓRIA, M. H. A.** (1997). *Efeito das solicitações do tráfego no desempenho de pavimentos: fatores de equivalência de carga empírico-mecanísticos*. In: CONGRESSO IBEROLATINOAMERICANO DEL ASFALTO, 9. Asunción, Paraguay, 1997. *Anais*. Asunción, M. O. P. C. v. 1, p.445-456.
- FHWA** (1987). *Highway performance monitoring field manual for the continuing analytical and statistical database*. Publications 5600, 1A, Appendix J. Federal Highway Administration, U. S. Department of Transportation.
- GEIPOT-EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES** (1981). *Pesquisa sobre o inter-relacionamento dos custos de construção, conservação e utilização de rodovias*. Brasília/DF. Ministério dos Transportes, 12 v.

- GEORGE, K. P.; RAJAGOPAL, A. S.; LIM, L. K.** (1990). *Models for predicting pavement deterioration*. Transportation Research Record, n. 1215, p. 1-7.
- GILLESPIE, T. D.; SAYERS, M. W.; SEGEL, L.** (1980). *Calibration of response-type road roughness measuring system*. National Cooperative Highway Research Program Report 228. Transportation Research Board.
- GRIVAS, D. A.; SCHULTZ, B. C.; WAITE, C. A.** (1991). *Distress survey methodology of the New York State Thruway authority's pavement management system*. Transportation Research Record, n. 1311, p. 166-172.
- GOULIAS, D.G.; CASTEDO, H.; HUDSON, W. R.** (1990). *Pavement distress surveys in the Strategic Highway Research Program's Long-Term Pavement Performance Study*. Transportation Research Record, n. 1260, p. 4-13.
- HAAS, R.; HUDSON, W. R.; ZANEWSKI, J.** (1994). *Modern pavement management*. Malabar, Florida, Krieger Publishing
- HARPER, W. V.; MAJIDZADEH, K.** (1991). *Use of expert opinion in two pavement management systems*. Transportation Research Record, n. 1311, p.242-247.
- HICKS, R. G.; MOULTHROP, J. S.; DALEIDEN, J.** (1999). *Selecting a preventive maintenance treatment for flexible pavements*. Transportation Research Record, n. 1680, p.1-12.
- HIGHWAY RESEARCH BOARD** (1962). *The AASHO Road Test: Report 5 – pavement research*, Highway Research Board Special Report 61-E.
- _____. (1973). *Pavement evaluation using ROAD METERS*. Special Report, n. 133.
- HODGES, J. W.; ROLT, J.; JONES, T. E.** (1975) *The Kenya road transport cost study: research on road deterioration*. Clawthorne/England. Department of the Environment, Transport and Road Research Laboratory, Report LR 673.
- HUDSON, W. R.; TESKE, K.; SPLANGLER, E. B.** (1968). *State of the art of pavement condition evaluation*. Committee of Highway Research Board-Special Report 95. Transportation Research Board, p. 49-68.
- HUDSON, W. R.; HAAS, R.; PERDIGO, R. D.** (1979). *Pavement management system development*. National Cooperative Highway Research Program Report 215, Transportation Research Board, 32 p

- HUDSON, W. R.; HALBACH, D.; ZANIEWSKI, J. P.** (1983). *Root-mean-square vertical acceleration as a summary roughness statistic*. American Society for Testing and Materials, ASTM STP 884, p. 3-24.
- HUDSON, W. R.** (1985). *Serviceability performance and design consideration*. Highway Research Board-Special Report 126. Transportation Research Board, p. 140-148.
- HUDSON, S. W.; HUDSON, W. R.; CARMICHAEL III, R. F.** (1992). *Minimum requirement for standard pavement management systems*. American Society for Testing and Materials STP 1121, p. 19-31.
- HUDSON, W. R.;**
- IRRGANG, F. C.; MAZE, T. II.** (1993). *Status of pavement management systems and data analysis models at state highway agencies*. Transportation Research Record, n. 1397, p. 1-6.
- IAPAR** (2002). *Dados climáticos das regiões do Paraná* .aamiapar@pr.gov.br.
- INSTITUTO DO ASFALTO** (1989). *The Asphalt Handbook MS-4*.
- JACKSON, N.** (1990). *Operation of the Washington state pavement management system*. Transportation Research Record, n. 1048, p. 23-28.
- KARAN, M. A.; CHRISTISON, T.S.; BERDAHL, G.** (1983). *Development implementation of Alberta's pavement Information and needs system*. Transportation Research Record, n. 938, p.
- LI, N.; XIE, W.; HAAS, R.** (1996). *Reliability-basead processing of markov chains for modeling pavement network deterioration*. Transportation Research Record, n.
- LINSTONE, H. A.; TUROFF, M.** (1975). *The Delphi method. Techniques and applications*. New York. Addilson-Edley.
- LYTTON, R. L.** (1987). *Concepts of pavement performance prediction and modeling*. In: NORTH AMERICAN OF CONFERENCE ON MANAGING PAVEMENTS, 2., 1987, *Proceedings*, Toronto. v. 2, p. 2.3-2.20.
- LYTTON, R. L.; SMITH, R. E.** (1985). *Use of nondestructive testing in the design of overlay for flexible pavements*. Transportation Research Record, n. 1007, p. 11-20.

- MARCON, A. F.** (1996). *Contribuição ao Desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos para a Malha Rodoviária Estadual de Santa Catarina*. São José dos Campos. 398 p. Tese (Doutorado). Instituto de Aeronáutica.
- McKENZIE, D. W.; SRINAWARAT, M.** (1978). *Root mean square vertical acceleration (RMSVA) as a basis for Mays meter calibration*. Brazil Project Technical Memorandum BR-23, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin.
- McLEAN, R. A.; ANDERSON, V. L.** (1984). *Applied factorial and fractional designs*. Marcel Dekker.
- MENEZES, E.S.; SALES, E. P.; PESSOA, L. L.; COSTA, V. S.** (1988). *Comentários e Avaliações sobre Pesagens de Veículos em Pernambuco*. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 23, Florianópolis, 1988. Anais. Rio de Janeiro, ABPv, v. 3, p. 1363-1382.
- MINER, M. N.** (1945). *Cumulative damage in fatigue*. Transactions, American Society of Mechanics Engineers, v. 67, New York, p. A159-A 164
- MONTGOMERY, D. C.** (1991). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons.
- MOTTA, L.; MEDINA, J.** (1986). *A questão da influência da temperatura na deformabilidade elástica dos pavimentos flexíveis*. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 21., Salvador, 1986. Anais. Rio de Janeiro, ABPv, v.1, p. 338-352.
- MOTTA, L.; CERATTI, J. A. P.** (1986). *Comportamento resiliente de solos arenosos finos*. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 21., Salvador, 1986. Anais. Rio de Janeiro, ABPv, v.1, p. 52-68.
- NERY, J.T.; BALDO, M.C.; MARTINS, M.L.O.F.** (1998). *Variabilidade da Temperatura Mínima no Estado do Paraná*. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria. v. 6, n. 2, p. 207-212.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT** (1987). *Pavement management system*. Paris.

- PANTIGOSO, J. F. G.** (1998). *Uso dos sistemas de informação geográfica para integração da gerência de pavimentos urbanos com as atividades das concessionárias de serviços públicos*. São Carlos, 163 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PATERSON, W. D. O.** (1987). *Road Deterioration and Maintenance Effects – Models for Planning and Management*. The World Bank. Baltimore. The John Hopkins University Press.
- PEREIRA, A. M.** (1976). *Um método expedito de avaliação de pavimentos flexíveis e semi-rígidos*. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias.
- PETERSON, D. E.** (1987). *Pavement management practices*. National Cooperative Research Program. Synthesis of Highway Practice, 135. Transportation Research Board, 139 p.
- QUEIROZ, C. A. V.** (1981). *Performance prediction models for pavement management in Brazil*. Austin. 317 p. Dissertation for Degree of Doctor of Philosophy. The University of Texas at Austin. Texas.
- _____. (1982). *Modelos de desempenho de pavimentos: desenvolvimento e aplicação*. MT-DNER-Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, n. 692/50, 66 p.
- _____. (1983). *Calibrating response-type roughness measurement system through road-and-level profiles*. Transportation Research Record, n. 898, p. 181-188.
- QUEIROZ, C. A. V.; HUDSON, W. R.** (1983). *Field-Observed Pavement Performance Relations for Low-Volume Roads*. Transportation Research Record n. 898, p. 158-164.
- QUEIROZ, C. A. V.** (1985). *O integrador IPR/USP para medição de irregularidade de estradas e aeroportos*. In: 20ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO. Fortaleza, 1985. Anais. ABPv, Rio de Janeiro, 1985, v. 1, p. 257-268.
- ROADS AND TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA** (1983). *Guia de Gerência de Pavimentos*. Trad. Por Gillian de Miranda Raposo et al. Rio de Janeiro. Ministério dos Transportes-DNER-IPR.
- RUBER, G. A.** (1993). *Whether data base for the Superpave mix design system*. SHRP Report A 648.

- SAITO, M.; SINHA K. C.** (1991). *Delphi study on bridge condition rating and effects of improvements*. Journal of Transportation Engineering, v.117, n.3, p.320-334
- SAYERS, M. W.; GILLESPIE, T. D.; PATERSON, D. O.** (1986). *Guidelines for the conduct and calibration of road roughness measurements*. World Bank Technical Paper Number 46. Washington, D.C., The World Bank.
- SAYERS, M. W.; GILLESPIE, T. D.; QUEIROZ, C. A.V.** (1986). *The International road roughness experiment-establishing correlation and a calibration standard for measurements*. World Bank Technical Paper Number 45. The World Bank. Washington, D. C.
- SAYERS, M. W.; GILLESPIE, T. D.; PATERSON, W. D. O.** (1986). *Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements*. World Bank Technical Paper Number 46. The World Bank. Washington, D.C.
- SCHERER, W. T.; GLAGOLA D. M.** (1994). *Markovian models for bridge maintenance management*. Journal of Transportation Engineering, v.120, n. 1, January/February, p. 37-51.
- SHAHIN, M. Y.; KOHN S. D.** (1979). *Development of pavement condition rating procedures for roads, streets and parking lots. V.2: Distress identification manual*. Springfield. Construction Engineering Research Laboratory, United States Corps of Engineers. (Technical Report M-268).
- SHAHIN, M. Y.; NUNEZ, M. M.; BROTON, M. R.; CARPENTER, S. H.; SAMEH, A.** (1987). *New techniques for modeling pavement deterioration*. Transportation Research Record, n. 1123, p. 40-46.
- SHAHIN, M. Y.; SHARAF, E. A.; SHAHIN, M. Y.; SINHA, K. C.** (1988). *Analysis of the effects of deferring pavement maintenance*. Transportation Research Record, n. 1205, p. 29-35.
- SHAHIN, M. Y.; WALTER, J. A.** (1990). *Pavement maintenance management for roads and streets using the PAVER system*. Construction Engineering Research Laboratory, United States Corps of Engineers. (Technical Report M-90/05), 280 p.

- SHRP** (1993). *Distress identification manual for the long-term pavement performance project*. Washington, D. C. Strategic Highway Research Program, National Academy of Sciences (SHRP-P-38).
- SIMEPAR** (2002). *Clima do Paraná*. [http://www.simepar.br/clima do paran \(23 Dez\)](http://www.simepar.br/clima%20do%20paran%C3%A1).
- SMITH, R. E.; DARTER, M. I.; HALL, K. T., RAUHUT, J. B.** (1987). *Distress identification manual for the long-term pavement performance studies*. Washington, D. C. National Research Council, March, 1987.
- SOUZA, M. L.** (1979). *Mtodo de projeto de pavimentos flexveis*. DNER, Rio de Janeiro, 24 p.
- THOLEN, O.; SHARMA, J.; TERREL, R. L.** (1985). *Comparison of falling weight deflectometer with other deflection test devices*. Transportation Research Board, n. 1007, p. 20-26.
- TREYBIG, H. G.; VON QUINTUS, A.** (1976). *Equivalency factor analysis and prediction for triple axles*. Report BR-2/1, Austin Research Engineers.
- TURNBULL, W. J.; FOSTER, C. R., AHLVIN, R. G.** (1962). *Design of flexible pavements considering mixed loads and traffic volume*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE STRUCTURAL DESIGN OF ASPHALT PAVEMENTS. The University of Michigan, An Arbor.
- ULLIDTZ, P.; STUBSTAD, R. N.** (1985). *Analytical-empirical pavement evaluation using the falling weight deflectometer*. Transportation Research Board, n. 1022, p. 36-44.
- VILLIBOR, D. F.; NOGAMI, J.S.; ZUPPOLINI NETO, A.; SERRA, P. R. M.** (1993). *Pavimentao econmica com solos finos*. In: REUNIO ANUAL DE PAVIMENTAO, 27, Teresina, 1993. Anais. Rio de Janeiro, ABPv, v. 2, p. 468-506.
- WANG, K. C .P.; ZANIEWSKI, J.; G.; DELTON, J.** (1994). *Analysis of Arizona Department of Transportation's New Pavement Network Optimization*. Transportation Research Record n.1455, p.91-100.

- WANG, K.C. P.; ZANIEWSKI, J.; WAY, G.** (1994). *Probabilistic Behavior of Pavement*. Journal of Transportation Engineering, v. 12, n. 3, may/ june, p.358-375.
- _____. (1995). *Sensitivity of Pavement Network Optimization System to Its Prediction Models*. Transportation Research Record, n. 508, p.22-30.
- WANG, K.C. P.; XIANG, L.; ELLIOT, R. P.** (1998). *Generic multimedia database for highway infrastructure management*. Transportation Research Board, n.1615, p. 56-64.
- WATANADA, T.; PATERSON, W.; BHANDI, A.; HARRAL, C.; DHARESHWAR, A. M.; TSUNOKAWA, K.** (1987). *The Highway Design and Maintenance Standards Model*. Volume 1. Description of the HDM-III Model. Baltimore. The World Bank. John Hopkins University Press.
- WINNITOY, W. E.** (1969). *Rating flexible pavement surface condition*. Highway Research Board, n. 300.
- WOODSTROM, J. H.** (1990). *Measurements, specifications and achievement of smoothnesses for pavement construction*. National Cooperative Highway Research Program – Synthesis of Highway Practice 167. Transportation Research Board, 34p.
- WHITE III, C. C.; WHITE, D. J.** (1989). *Markov decision process*. European Journal of Operational Research, n. 39, p. 1-16.

ANEXO A

IDENTIFICAÇÃO DAS SEÇÕES DA REDE PAVIMENTADA DA REGIÃO III (REGIÃO DE BASALTO) DO ESTADO DO PARANÁ

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
1	082S0090	18	Rosário	Entr. Pr-535	18,20	5,60	0,30
2	082S0100	18	Entr. Pr-535	Ribeirão Bonito	7,54	5,60	0,00
3	082S0110	18	Ribeirão Bonito	Entr. Pr-451 (Grandes Rios)	8,13	6,70	0,40
4	082S0150	18	Entr. Br-466 (Placa Entr)	S. João do Ivaí	24,00	6,70	1,20
5	082S0170	18	São João do Ivaí	Entr. Pr-457	6,59	6,50	1,30
6	082S0190	18	Entr. Pr-457	Rio Corumbataí	11,42	6,30	1,40
7	082S0200	13	Rio Corumbataí	Entr. Br-369 (Fênix)	2,25	6,30	1,40
8	082S0210	13	Entr. Pr-369 (Fênix)	Entr. Pr-465 (Quinta do Sol)	20,44	6,60	1,40
9	082S0230	13	Entr. Pr-465 (Quinta do Sol)	Acesso Entr. Pr-317	12,88	6,70	1,30
10	082S0240	13	Acesso Entr. Pr-317	Entr. Pr-317 (A)	0,42	6,70	1,50
11	082S0250	13	Entr. Pr-317 (A)	Entr. Pr-317 (B)	2,54	7,00	2,50
12	082S0270	13	Entr. Pr-317 (B)	Ribeirão Figueira	19,17	6,80	1,00
13	090S0290	7	São Jerônimo da Serra	Acesso Sta Cecília do Pavão	23,71	6,80	2,50
14	090S0310	7	Acesso A Santa Cecília do Pavão	Entr. Pr-218	8,67	2,50	3,0
15	090S0330	7	Entr. Pr-218	Entr. Ac. Norte P-Assaí	15,88	2,40	3,0
16	090S0350	7	Entr. Ac. Norte P-Assaí	Entr. Br-369 (A)	14,53	2,10	3,0
17	090S0390	7	Entr. Br-369 (B) (Ibiporã)	Sertanópolis	29,77	0,70	3,0
18	090S0410	7	Entr. Pr-323 (Sertanópolis)	Entr. Pr-445 (A)	16,46	0,60	3,0
19	090S0415	7	Entr. Pr-445 (A)	Entr. Pr-445 (B) (B. V. Paraíso)	2,55	0,00	0,0
20	090S0420	7	Entr. Pr-445 (B) (Bela V. Paraíso)	Entr. Pr-537	3,08	1,80	1,0
21	090S0430	7	Entr. Pr-537	Entr. Ac. P-Alvorada do Sul	22,53	1,40	3,0
22	090S0450	7	Entr. Ac. P.-Alvorada do Sul	Entr. Pr-170 (Porto Capim)	20,07	6,40	1,20
23	092S0310	6	Entr. Br-153(B) (Sto A. da Platina)	Entr. Pr-515 (Barra do Jacaré)	26,87	6,4	1,4

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
24	092S0330	6	Entr. Pr-515 (Barra do Jacaré)	Entr. Br-369 (Andirá)	10,50	6,40	1,20
25	092S0350	6	Entr. Br-369 (Andirá)	Entr. Pr-517	3,80	6,50	1,50
26	092S0370	6	Entr. Pr-517	Porto Leopoldina	10,60	6,20	0,70
27	151S0010	6	Porto Emigdão (Divisa Pr-SP)	Pr-431 (Ribeirão Claro)	13,00	6,50	0,20
28	158S0170	13	Entr. Pr-317-465 (Peabiru)	Entr. Pr-558 (Campo Mourão)	11,47	6,80	2,20
29	158S0240	5	Entr. Pr-364 (A) 456 (Palmital)	Entr. Acesso A Palmital	4,80	7,00	0,00
30	158S0250	5	Entr. Acesso A Palmital	Entr. Pr-364 (B) (Marquinho)	31,64	6,90	0,00
31	158S0260	5	Entr. Pr-364 (B) (Marquinho)	Entr.Br-277 (Laranjeiras Sul)	37,99	7,30	0,60
32	158S0330	12	Entr. Pr-281 (A)	Entr. Pr-281 (B) (Chopinzinho)	8,14	6,70	1,60
33	158D0360	12	Entr. Pr-562 (Coronel Vivida)	Entr. Br-373	1,40	5,80	4,40
34	158E0360	12	Entr. Pr-562 (Coronel Vivida)	Entr. Br-373	1,40	5,80	4,40
35	158S0410	12	Entr. Br-280 (A)	Entr. Br-280 (B) (Vitorino)	6,77	7,00	2,20
36	158S0420	12	Vitorino	Entr. Br-480 (B) (Divisa Pr-Sc)	12,82	6,70	0,30
37	160S0020	7	Paranági	Entr.Pr-323 (Mairiporã)	11,89	5,80	0,00
38	160S0030	7	Entr.Pr-323 (Mairiporã)	Entr.Pr-443	4,91	6,40	1,50
39	160S0050	7	Entr.Pr-443	Sertaneja	6,79	6,60	1,50
40	160S0070	7	Sertaneja	Leópolis	7,54	6,40	1,50
41	160S0090	7	Leópolis	Entr. Pr-160 (A) (C. Procópio)	15,40	6,60	1,50
42	160S0150	16	Entr. Br-369 (B) (Corn.Procóprio)	Entr. Pr-218 (A) (N. Fátima)	30,44	6,80	2,50
43	160S0170	16	Entr. Pr-218 (A) (Nova Fátima)	Entr. Pr-218 (B)	6,15	6,80	2,20
44	160S0190	16	Entr. Pr-218 (B)	Entr. Pr-439-435 (Ac. Congo)	7,71	6,80	2,10
45	163S0050	9	Entr. Br-280 (B)373 (B) (Barracão)	Entr. Pr-481 (Sto . A.Sudoeste)	24,23	6,60	0,70
46	163S0090	9	Entr. Pr-481 (Santo A do Sul)	Pranchita	4,48	7,00	0,00

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
47	163S0110	9	Pranchita	Entr. Pr-583 (Pérola do Oeste)	26,32	6,80	1,60
48	163S0130	9	Entr. Pr-583 (Pérola do Oeste)	Entr. Pr-281 (A) (Planalto)	16,00	7,20	1,20
49	163S0150	9	Entr. Pr-281 (A) (Planalto)	Entr. Pr-281 (B) (Capanema)	4,90	7,00	1,50
50	163S0180	9	Marmelandia	Rio Iguaçu	0,55	6,80	1,50
51	163S0190	8	Rio Iguaçu	Capitao Leônidas Marques	8,83	6,80	1,50
52	163S0200	8	Capitao Leônidas Marques	Entr. Pr-484 (Cap. L. Marques)	3,20	6,80	2,20
53	163S0210	8	Entr. Pr-484 (Cap. Leon. Marques)	Entr. Acesso a Santa Lucia	7,75	6,80	2,00
54	163S0220	8	Entr. Acesso a Santa Lúcia	Entr. Acesso a Santa Tereza	41,02	6,80	2,00
55	163S0230	8	Entr. Acesso a Santa Tereza	Entr. Br-277-163 (A) - Cascavel	6,84	6,80	2,50
56	163S0300	8	Entr. Br-467 (Marechal Candido)	Entr. Pr-239 (Quatro Pontes)	5,22	7,00	1,00
57	170S0010	7	Divisa Pr-SP (Porto Capim)	Entr. Pr-090	3,00	6,80	3,00
58	170S0030	7	Entr. Pr-090	Porecatu	9,32	7,40	2,90
59	170S0050	7	Porecatu	Entr. Pr-450	2,20	6,80	2,50
60	170S0070	7	Entr. Pr-450	Entr. Pr-537 (Florestópolis)	10,63	6,80	2,40
61	170S0170	18	Entr. Br-369 (B) (Apucarana)	Ent. Br-369 (C) 466-376 Pr-340	11,87	8,00	1,90
62	170S0180	18	Entr. Br-369 (C) 466-376 Pr-340	Itacolomi	24,34	6,60	1,80
63	170S0200	18	Itacolomi	Ponte S- Rio Bom	14,07	6,80	1,70
64	170S0205	18	Ponte S- Rio Bom	Entr. Pr-453 (Borrazópolis)	12,30	6,80	1,70
65	170S0218	5	Entr. Br-277(B) (Guarapuava)	Entr. Pr-540(A) (Samambaia)	19,28	7,90	1,40
66	170S0220	5	Entr. Pr-540 (A) (Samabaia)	Entr. Pr-540 (B) (Socorro)	0,69	6,70	2,20
67	170S0230	5	Entr. Pr-540 (B) (Socorro)	Entr. Pr-447-459 (Pinhão)	31,35	7,20	2,60
68	170S0250	5	Entr. Pr-447-459 (Pinhão)	Foz do Areia	41,25	6,80	2,30
69	170S0270	4	Foz do Areia	Entr. Pr-281	20,65	7,00	1,20

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
70	170S0290	4	Entr. Pr-281	Entr. Pr-446 (Bituruna)	14,96	6,50	1,20
71	170S0310	4	Entr. Pr-446 (Bituruna)	Entr. Br-153-280 (Jangada Sul)	46,18	6,60	1,20
72	180S0260	13	Rio Água Branca	Entr. Br-272 (Goioerê)	3,95	6,80	0,30
73	180S0270	13	Entr. Br-272 (Goioerê)	Entr. Pr-317 (Iv Centenário)	12,68	6,80	0,70
74	180S0290	13	Entr. Pr-317 (IV Centenário)	Entr. Pr-317 (IV Cent.) – Piquiri	13,88	6,30	1,50
75	180S0300	8	Rio Piquiri	Entr. Pr-239-575 (N. Aurora)	22,47	6,40	1,50
76	180S0310	8	Entr. Pr-239-575 (Nova Aurora)	Entr. Pr-574 (Cafelândia)	14,98	6,70	1,20
77	180S0320	8	Entr. Pr-574 (Cafelândia)	Km 11,40 (Santa Cruz)	11,40	6,50	0,00
78	180S0322	8	Km 36,00 (Cascavel)	Entr. Br-467 (A) Cascavel	4,96	6,50	0,00
79	180S0330	8	Entr. Br-277 (B) (Posto Fiscal)	Juvinópolis	37,03	2,80	0,60
80	180S0340	8	Juvinópolis	Entr. Pr-484 (B. V. Aparecida)	24,54	2,80	0,60
81	180S0350	9	Entr. Pr-281 (São Valentim)	Entr. Pr-471 (Vista Alegre)	17,82	6,40	2,00
82	180S0370	9	Entr. Pr-471 (Vista Alegre)	Entr. Pr-475	10,25	6,20	2,20
83	180S0371	9	Entr. Pr-475	Francisco Beltrão	0,87	6,60	2,00
84	180S0390	9	Francisco Beltrão	Entr. Pr-483	2,80	7,00	2,50
85	180S0410	9	Entr. Pr-483	Entr. Br-280-373 (Marmeleiro)	3,20	7,00	2,50
86	180S0420	9	Entr. Br-280-373 (Marmeleiro)	Marmeleiro	1,83	12,00	1,50
87	180S0430	9	Marmeleiro	Campo Ere (Divisa Pr-Sc)	31,17	6,60	0,60
88	182S0230	17	Entr. Br-272 Pr-323 (Franc.Alves)	Rio Piquiri	15,43	6,90	0,00
89	182S0240	8	Rio Piquiri	Entr. Pr-364 (Palotina)	9,33	6,60	1,00
90	182S0260	8	Entr. Pr-364 (Palotina)	Vila Maripa	14,00	6,90	2,50
91	182S0270	8	Vila Maripa	Entr. Pr-239 (A)	25,84	6,80	2,70
92	182S0280	8	Entr. Pr-239 (A)	Entr.Pr-239 (B)	1,73	6,80	2,50

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
93	182S0290	8	Entr. Pr-239 (B)	Entr. Pr-317 (A)	11,66	6,80	2,50
94	182S0310	8	Entr. Pr-317 (A)	Entr.Br-467 Pr-317(B) (Toledo)	1,00	6,80	2,00
95	182S0410	9	Marmelândia	Entr. Pr-281(A)	24,45	6,80	1,50
96	182S0430	9	Entr. Pr-281 (A)	Entr. Pr-281 (B)	5,30	7,00	2,00
97	182S0450	9	Entr. Pr-281 (B)	Entr. Pr-481(Ampere)	13,19	7,00	2,50
98	182S0470	9	Entr. Pr-481 (Ampere)	Entr. Pr-483 (Jacutinga)	31,24	7,00	2,60
99	182S0490	9	Entr. Pr-483 (Jacutinga)	Salgado Filho	20,03	6,60	1,00
100	182S0510	9	Salgado Filho	Ent. Br-280-373 (Divisa Pr-SP)	10,00	8,00	0,00
101	218S0150	6	Entr. Br-153 (B)	Jundiá do Sul	17,95	6,70	0,60
102	218S0170	6	Jundiá do Sul	Ribeirão do Pinhal	11,90	6,60	0,40
103	218S0190	6	Ribeirão do Pinhal	Entr. Pr-436	1,40	8,00	0,00
104	218S0210	16	Entr. Pr-439-436 (B) (Rib. Pinhal)	Entr. Pr-160 (A) (N. Sra Fátima)	24,19	6,50	1,30
105	218S0230	16	Entr. Pr-160 (B)	Rio Congonhas	6,27	6,20	1,50
106	218S0250	7	Rio Congonhas	Santo Antônio do Paraíso	3,50	6,20	1,50
107	218S0270	7	Santo Antônio do Paraíso	Entr. Pr-525 (S. Seb. Amoreira)	13,50	6,20	1,50
108	218S0290	7	Entr. Pr-525 (S. Seb. Da Amoreira)	Entr. Pr-090	3,48	6,80	1,50
109	218S0310	7	Maravilha	Entr. Pr-445	22,71	6,50	0,60
110	218S0320	18	Entr. Br-369 (Arapongas)	Entr. Pr-444	5,20	13,50	1,50
111	239S0270	13	Entr. Prt-158 Pr-462 (Roncador)	Nova Cantu	34,92	6,80	0,60
113	239S0310	13	Entr. Pr-364-471 (Camp. da Lagoa)	Entr. Br-369 (A)	14,88	6,30	0,70
114	239S0350	8	Entr. Br-369 (B)	Entr. Pr-180-575 (Nova Aurora)	9,49	6,60	0,70
115	239S0370	8	Entr. Pr-180-575 (Nova Aurora)	Iracema do Oeste	14,02	6,50	0,50
116	239S0380	8	Iracema do Oeste	Entr. Pr-317 (A) (Jesuítas)	10,00	6,50	0,50

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
117	239S0390	8	Entr. Pr-317 (A) (Jesuítas)	Início Pista Dupla (A. Chateaub)	12,88	6,60	0,50
118	239S0410	8	Entr. Pr-364-486 (Final da Pista)	Entr. Pr-581 (Bragantina)	21,30	6,80	1,60
119	239S0420	8	Entr. Pr-581 (Bragantina)	Entr. Pr-317 (B)-581 (Bragantina)	3,80	6,80	1,60
120	239S0450	8	Entr. Pr-182 (B)	Entr. Pr-589 (Novo Sarandi)	20,24	7,00	1,40
121	239S0470	8	Entr. Pr-589 (Novo Sarandi)	Entr. Pr-467 (Quatro Pontes)	7,58	6,70	1,50
122	272S0250	18	Entr. Br-376 Pr-445	Faxinal	17,12	6,90	2,70
123	272S0270	18	Faxinal	Entr. Pr-451	11,04	6,80	2,40
124	272S0290	18	Entr. Pr-451	Entr. Pr-453	11,76	6,90	2,50
125	272S0310	18	Entr. Pr-453	Entr. Br-466 (Porto Uba)	15,08	7,60	2,60
126	280S0010	4	Divisa Pr-Sc (União Da Vitória)	Entr. Br-153 (A)	6,40	7,00	1,00
127	280S0090	4	Entr. Br-153 (B) (Divisa Pr-Sc)	Entr. Acesso Leste a Palmas	60,00	8,00	2,30
128	280S0093	4	Entr. Acesso Leste a Palmas	Entr. Acesso Oeste a Palmas	3,10	8,00	2,80
129	280S0095	12	Entr. Acesso Oeste a Palmas	Entr. Pr-449	1,43	7,00	2,50
130	280S0100	12	Entr. Pr-449	Entr. Acesso a Abelardo Luz	21,16	7,00	2,40
131	280S0110	12	Entr. Acesso a Abelardo Luz	Entr. Pr-459	12,14	7,20	2,00
132	280S0120	12	Entr. Pr-459	Entr. Acesso a Clevelandia	6,27	7,20	2,00
133	280S0130	12	Entr. Acesso a Clevelandia	Entr. Acesso a Mariópolis	19,99	7,30	2,50
134	280S0150	12	Entr. Acesso a Mariópolis	Entr. Acesso a Pato Branco	18,88	7,30	2,30
135	280S0170	12	Entr. Acesso a Pato Branco	Entr. Br-158 (A) Pr-480 (A)	2,87	7,00	2,00
136	280S0210	12	Entr. Br-158(B)480 (B) (Vitorino)	Entr. Acesso a Renascença	25,96	7,20	2,50
137	280S0230	9	Entr. Acesso a Renascença	Entr. Br-373 (A) Pr-180 (Marmel.)	6,06	6,80	2,80
138	281S0090	11	Antônio Olinto	Entr. Br-476 (A)	11,20	6,10	1,10
139	281S0170	12	Entr. Pr-459 (A) (Mangueirinha)	Entr. Pr-459 (B)	2,54	6,60	1,50

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
140	281S0190	12	Entr. Pr-459 (B)	Entr. Br-373 (A)	22,11	6,60	0,80
141	281S0230	12	Entr. Br-373 (B)	Entr. Br-158 (A) Pr-565 –Chop.	17,00	6,30	1,60
142	281S0270	12	Entr. Br-158 (B)	Entr. Pr-562-570 (São João)	10,62	6,40	1,20
143	281S0290	12	Entr. Pr-562-570 (São João)	Entr. Pr-475 (São Jorge Oeste)	27,00	6,50	1,20
144	281S0310	12	Entr. Pr-475 (S. Jorge Do Oeste)	Entr. Pr-469 (A)	13,70	6,60	1,00
145	281S0320	12	Entr. Pr-469 (A)	Entr. Pr-469 (B) (Dois Vizinhos)	4,62	6,50	1,00
146	281S0330	9	Dois Vizinhos	Entr. Pr-473	1,65	6,50	0,50
147	281S0340	9	Entr. Pr-473	Entr. Pr-180 (São Valentim)	7,24	6,40	0,50
148	281S0370	9	Entr. Pr-180 (São Valentim)	Entr. Pr-471 (Salto do Lontra)	18,35	6,00	1,50
149	281S0380	9	Entr. Pr-471(A) (Salto do Lontra)	Entr. Pr-471(B)	1,20	6,20	1,20
150	281S0390	9	Entr. Pr-471(B)	Santa Izabel do Oeste	17,53	6,40	1,40
151	281S0410	9	Santa Izabel do Oeste	Entr. Acesso a Realeza	2,28	6,60	1,50
152	281S0430	9	Entr. Acesso a Realeza	Entr. Pr-182 (A)	2,00	6,40	1,20
153	281S0470	9	Entr. Pr-182 (B)	Entr. Pr-583	12,45	6,60	1,50
154	281S0490	9	Entr. Pr-583	Entr. Pr-163 (A) (Planalto)	12,62	6,60	1,50
155	281S0530	9	Entr. Pr-163 (B) (Capanema)	Entr. Pr-495 (Rio Iguaçu)	20,85	6,60	0,70
156	317D0100	10	Entr. Pr-454	Entr. Br-376 (A) (Maringá)	6,54	6,90	1,30
157	317E0100	10	Entr. Pr-454	Entr. Br-376 (A) (Maringá)	6,50	14,00	0,00
158	317S0120	10	Entr. Br-376 (B)	Entr. Pr-323	4,00	7,00	1,20
159	317S0130	10	Entr. Pr-323 (Cont. Sul de Mgá)	Entr. Acesso. a Floriano	9,00	7,00	2,10
160	317S0150	10	Entr. Acesso A Floriano	Entr. Pr-551	7,10	7,00	2,10
161	317S0170	10	Entr. Pr-551	Entr. Pr-546 (Floresta)	4,26	7,00	2,20
162	317S0190	10	Entr. Pr-546 (Floresta)	Rio Ivaí	8,44	7,00	2,20
163	317S0210	13	Rio Ivaí	Entr. Pr-082 (A) (Eng Beltrão)	21,25	6,90	2,20

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
164	317S0230	13	Entr. Pr-082 (B)	Entr. Pr-465	10,94	6,80	2,20
165	317S0240	13	Entr. Pr-465	Entr. Prt-158 (A) (Peabiru)	3,04	6,80	2,50
166	317S0310	13	Entr. Pr-180 (B) (IV Centenário)	Rio Piquiri	22,02	6,80	1,20
167	317S0320	8	Rio Piquiri	Formosa do Oeste	4,95	7,00	0,50
168	317S0330	8	Formosa do Oeste	Entr. Pr-239 (A) (Jesuitas)	13,60	7,00	0,50
169	317S0370	8	Entr. Pr-239 (B)	Entr. Pr-182 (A)	14,84	6,80	1,60
170	317S0390	8	Entr. Br-467- Pr-182 (B) (Toledo)	Entr. Acesso S. JoséPalmeiras)	42,90	6,70	0,50
171	317S0410	8	Entr. Acesso S. J. das Palmeiras)	Entr. Pr-495 (A) (São Clemente)	21,00	6,70	1,50
172	317S0430	8	Entr. Pr-495 (A) (São Clemente)	Entr. Pr-488-495 (B) (Sta.Helena)	17,65	7,10	1,20
173	323S0010	7	Divisa Pr-Sp (Porto Charles Nauf)	Entr. Pr-160 (Mairiporã)	8,28	6,70	2,70
174	323S0030	7	Entr. Pr-160 (Mairiporã)	Entr. Pr-437	23,55	6,60	2,80
175	323S0050	7	Entr. Pr-437	Entr. Pr-090 (Sertanópolis)	3,40	6,80	2,10
176	323S0070	7	Entr. Pr-090 (Sertanopolis)	Entr. Pr-445-545 (Warta)	25,04	6,90	2,50
177	323S0100	7	Entr. Br-369	Entr. Pr-170 (Rolandia)	7,13	7,60	1,50
178	323S0170	10	Entr. Br-376 (Sarandi)	Entr. Pr-317 (C) (Maringá)	11,73	12,50	0,00
179	323S0190	10	Entr. Pr-317 (C) (Maringa)	Entr. Acesso a Paiçandu	6,88	6,80	2,60
180	323S0211	10	Entr. Acesso A Paiçandu	Água Boa	11,63	7,40	2,20
181	323S0213	10	Água Boa	Entr. Pr-551 Ac. A Dr. Camargo	10,14	7,00	2,50
182	323S0230	10	Entr. Pr-551 (Acesso Dr. Camargo)	Entr. Pr-554	7,51	7,00	2,50
183	323S0251	10	Entr. Pr-554	Entr. Pr-558	8,40	7,30	2,40
184	323S0260	10	Entr. Pr-558	Entr. Br-158 (Acesso a Jussara)	11,46	7,00	2,50
185	340S0450	14	Entr. Pr-464	Jardim Olinda	7,64	6,20	1,00
186	364S0160	13	Altamira	Rio Cantu	10,47	6,60	0,60
187	364S0170	13	Rio Cantu	Entr. Pr-239(A) - (Camp.Lagoa	17,01	6,60	0,60

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
188	364S0190	8	Entr. Pr-239 (B)317(B)486(Assis)	Início da P.Dupla	15,00	6,60	0,70
189	364D0195	8	Início da Pista Dupla	Final da Pista Dupla (Encantado)	1,00	6,60	0,70
190	364E0195	8	Início da Pista Dupla	Final da Pista Dupla (Encantado)	1,00	6,60	0,70
191	364S0200	8	Final da Pista Dupla (Encantado)	Entr. Pr-182 (Palotina)	26,75	6,60	0,70
192	364S0210	8	Entr. Pr-182 (Palotina)	Entr. Pr-487 (Terra Roxa)	34,00	6,50	1,50
193	369S0490	10	Bom Sucesso	Entr. Pr-457(São Pedro do Ivaí)	21,25	6,80	0,70
194	369S0530	13	Entr. Pr-082 (Fenix)	Entr. Br-272 (A) - (B Ferraz)	11,44	6,40	1,20
195	431S0030	6	Entr. Pr-151 (Ribeirão Claro)	Entr. Br-153 (A) (Jacarezinho)	25,73	6,60	1,10
196	431S0060	6	Entr. Br-153 (B)	Entr. Pr-515	5,62	6,90	2,40
197	431S0070	6	Entr. Pr-515	Entr. Br-369 (Cambara)	16,00	6,90	2,50
198	435S0010	16	Entr. Pr-160-439 (Aces. Congonha)	Entr. Prt-272 (Ibaiti)	57,68	6,90	1,10
199	436S0050	6	Entr. Pr-218(B)-439 (Rib. Pinhal)	Entr. Pr-439 (B)	5,73	6,60	1,20
200	436S0070	6	Entr. Pr-439 (B)	Abatia	7,17	6,30	1,20
201	436S0090	6	Abatia	Entr. Pr-518	5,00	6,50	1,30
202	436S0110	6	Entr. Pr-518	Entr. Br-369 Pr-519- Bandeirante	19,98	6,50	1,30
203	436S0130	6	Entr. Br-369 Pr-519 (Bandeirante)	Entr. Pr-517 (Itambaraca)	9,66	6,20	0,10
204	437S0010	7	Entr. Pr-323 (Sertanopolis)	Entr. Pr-445 (Primeiro de Maio)	21,30	6,50	1,20
205	437S0030	7	Entr. Pr-445 (Primeiro De Maio)	Entr. Pr-090 (Alvorada do Sul)	28,90	6,60	0,30
206	442S0050	7	Entr. Br-369 (B)	Urai	6,10	6,70	0,00
207	442S0070	7	Urai	Entr. Pr-443 (Taquari)	12,84	6,60	1,50
208	443S0030	7	Entr. Pr-442 (Taquari)	Entr. Acesso a Rancho Alegre	8,98	6,40	1,50
209	443S0050	7	Entr. Acesso A Rancho Alegre	Entr. Pr-160 (Sertaneja)	12,90	6,40	1,50
210	444D0010	18	Entr. Br-369 Pr-218 (Arapongas)	Caixa De São Pedro	18,95	13,80	2,40
211	444E0010	18	Entr. Br-369 Pr-218 (Arapongas)	Caixa De São Pedro	18,95	13,80	2,40

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
212	444D0020	18	Caixa de São Pedro	Rio Dourado	3,23	13,90	2,30
213	444E0020	18	Caixa de São Pedro	Rio Dourado	3,23	13,90	2,30
214	444D0031	18	Rio Dourado	Entr. Acesso A Mandaguari	5,76	13,90	2,30
215	444E0031	18	Rio Dourado	Entr. Acesso A Mandaguari	5,76	13,90	2,30
216	444D0033	10	Entr. Acesso A Mandaguari	Entr. Br-376 Pr-448 (Mandaguari)	5,80	13,90	2,30
217	444E0033	10	Entr. Acesso A Mandaguari	Entr. Br-376 Pr-448 (Mandaguari)	5,80	13,90	2,30
218	445S0010	7	Entr. Br-272-376 Pr-340 (Maua)	Entr. Pr-538 (Guaravera)	40,88	7,20	2,60
219	445S0020	7	Entr. Pr-538 (Guaravera)	Entr. Pr-532 (Ireire)	11,00	7,40	2,80
220	445S0030	7	Entr. Pr-532 (Ireire)	Entr. Pr-218 (Tres Marcos)	19,01	7,30	2,60
221	445S0050	7	Entr. Pr-218	Entr. Pr-538 (T. Municipal)	4,62	6,70	2,70
222	445S0060	7	Entr. Pr-538 (T. Municipal)	Entr. Br-369 (Londrina)	8,20	6,60	2,40
223	445S0070	7	Entr. Br-369 (Londrina)	Entr. Pr-323 (Warta)	13,66	6,90	2,30
224	445S0090	7	Entr. Pr-323 (Warta)	Entr. Pr-090 (A)	21,31	6,80	1,90
225	445S0110	7	Entr. Pr-090 (B) (B. V. do Paraíso)	Entr. Pr-437 (Primeiro de Maio)	26,03	6,40	1,30
226	446S0030	4	Entr. Br-153 (A)	Porto Vitória	14,60	7,20	0,40
227	446S0070	4	Entr. São José	Rio Jararaca	8,25	8,00	0,00
228	447S0030	4	Entr. Br-153	Entr. Br-153 – Entr. Pr-281 Ó. Cru	46,68	7,00	0,50
229	449S0030	12	Entr. Prt-280 (Palmas)	Entr. Pr-459 (São Pedro)	37,19	6,60	0,60
230	450S0010	7	Entr. Pr-170 (Porecatu)	Centenário do Sul	24,18	7,00	1,60
231	451S0010	18	Entr. Br-272	Entr. Pr-082 (Grandes Rios)	24,44	6,30	1,50
232	453S0050	18	Entr. Prt-466 Pr-170 (Borrazópolis)	Entr. Pr-170	4,86	6,40	1,50
233	453S0070	18	Entr. Pr-170	Entr. Prt-272 (São Domingos)	6,50	6,40	1,50
234	455S0020	10	Entr. Br-376 (Marialva)	Aquidaba	15,50	6,30	0,40
235	456S0010	5	Entr. Prt-466 (Pitanga)	Santa Maria do Oeste	27,00	6,30	0,80

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
236	456S0030	5	Santa Maria do Oeste	Entr. Pr-364 (Palmital)	30,90	6,30	0,80
237	457S0030	10	Entr. Pr-444-546 (Itambe)	Marisa	16,58	6,60	0,50
238	457S0050	10	Marisa	Entr. Prt-369 (S. Pedro do Ivaí)	19,60	6,00	0,00
239	457S0070	10	Entr. Prt-369 (São Pedro do Ivaí)	Rio Ivaí	6,25	7,00	1,40
240	457S0090	18	Rio Ivaí	Entr. Pr-082	2,70	7,00	1,20
241	459S0050	12	Entr. Pr-281 (B)	Entr. Pr-449 (São Pedro)	34,12	6,60	0,60
242	459S0090	12	Clevelandia	Entr. Prt-280	4,10	6,60	0,00
243	460S0010	5	Entr. Pr-239 (Borboleta)	Entr. Br-487 (Bela Vista)	31,81	8,50	0,50
244	462S0010	13	Entr. Pr-369 Br-272 (Barb. Ferraz)	Rio do Óleo	22,87	6,70	0,00
245	462S0030	13	Entr. Br-487	Iretama	2,98	6,80	0,00
246	462S0050	13	Iretama	Entr. Prt-158 Pr-239 (Roncador)	30,10	6,60	0,50
247	465S0010	13	Entr. Prt-158 Pr-317	Peabiru	2,36	7,00	1,50
248	465S0030	13	Peabiru	Entr. Pr-558-567 (Arauna)	14,73	7,00	0,50
249	466S0350	10	Entr. Br-369 (B) (São José)	Marumbi	6,97	6,80	1,10
250	466S0400	10	Marumbi	Entr. Pr-541 (Kalore)	14,96	6,80	1,10
251	466S0470	10	Entr. Pr-541 (Kalore)	Rio Bom	5,42	6,80	1,10
252	466S0490	18	Rio Bom	Entr. Pr-453 (Borrazópolis)	9,59	6,80	1,30
253	466S0600	18	Entr. Br-272 (Porto Uba)	Entr. Pr-082 (Placa Luar)	16,24	7,20	1,20
254	466S0620	18	Entr. Pr-082 (Placa Luar)	Entr. Acesso a Jardim Alegre	3,85	7,20	2,20
255	466S0700	18	Entr. Acesso a Jardim Alegre	Entr. Acesso a Ivaipora	7,24	7,00	2,00
256	466S0750	18	Entr. Acesso Ivaiporã	Entr. Acesso a Furnas	24,40	6,80	2,20
257	466S0800	5	Entr. Acesso a Furnas	Entr. Br-487 (P-Manoel Ribas)	14,69	6,50	1,60
258	467S0200	8	Porto Mendes	Iguaporã	16,25	6,00	0,00
259	467S0210	8	Iguaporã	Entr. Pr-495 (Vila Curvado)	5,00	7,20	1,60

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
260	467S0220	8	Entr. Pr-495 (Vila Curvado)	Entr. Br-163 Mal. Cand. Rondon	11,74	6,80	1,00
261	468S0010	13	Entr. Br-369	Boa Esperança	13,32	6,80	0,30
262	468S0030	13	Boa Esperança	Janiópolis	10,14	6,50	0,00
263	468S0050	13	Janiópolis	Entr. Br-272 (A) Pr-317 (A) (Ja	0,30	7,00	2,50
264	469S0010	12	Entr. Br-158 (Pato Branco)	Entr. Acesso a Bom Sucesso Sul	17,04	6,50	0,50
265	469S0030	12	Entr. Acesso A Bom Sucesso Do	Entr. Pr-566 (Itapejara do Oeste)	15,12	6,60	0,00
266	469S0050	12	Entr. Pr-566 (Itapejara Do Oeste)	Entr. Pr-475 (Vere)	12,98	6,50	1,00
267	469S0070	12	Entr. Pr-475 (Vere)	Entr. Pr-281 (A)	18,81	6,60	0,80
268	471S0010	13	Entr. BR-369	Entr. Pr-553 (Mambore)	3,00	7,50	0,50
269	471S0030	13	Entr. Pr-239-364(Camp. da Lagoa)	Bela Vista do Piquiri	13,00	6,60	0,00
270	471S0070	8	Entr. Br-277 (B)	Catanduvas	13,00	6,80	1,20
271	471S0090	8	Catanduvas	Entr. Pr-484 (Três Barras Paraná)	35,24	6,80	0,50
272	471S0130	9	Nova Prata	Entr. Pr-281 (A) (Salto do Lontra)	16,77	6,60	0,50
273	471S0140	9	Entr. Pr-281 (Salto do Lontra)	Nova Esperança do Sudoeste	18,20	7,00	0,00
274	471S0150	9	Nova Esperança Do Sudoeste	Eneas Marques	10,00	7,00	0,50
275	471S0170	9	Enéas Marques	Entr. Pr-180 (Vista Alegre)	7,60	6,70	0,00
276	472S0011	13	Entr. Br-272 Pr-180 (Goioere)	Rancho Alegre do Oeste	16,32	6,80	0,60
277	472S0013	13	Rancho Alegre do Oeste	Entr. Br-369 (Juranda)	19,54	6,60	0,50
278	473S0010	5	Entr. Br-277	Entr. Pr-484 (Quedas do Iguaçu)	43,57	6,40	0,00
279	473S0030	5	Entr. Pr-484 (Quedas do Iguaçu)	Entr. Pr-475 (Salto Osório)	16,00	6,60	1,20
280	473S0050	5	Entr. Pr-475 (Salto Osório)	Rio Iguaçu	11,10	6,60	0,50
281	473S0070	9	Rio Iguaçu	Entr. Pr-281 (Dois Vizinhos)	32,43	6,60	0,80
282	474S0010	8	Entr. Br-277	Campo Bonito	7,64	6,30	0,00
283	474S0014	8	Braganey	Iguatu	13,38	6,30	0,00

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
284	474S0020	8	Anahy	Entr. Br-369	8,63	6,30	0,00
285	475S0030	12	Entr. Pr-473	São Jorge do Oeste	29,40	6,80	0,50
286	475S0050	12	São Jorge do Oeste	Entr. Pr-281	3,07	6,20	2,00
287	475S0090	12	Águas do Vere	Entr. Pr-469 (Vere)	15,90	8,00	0,00
288	475S0110	12	Entr. Pr-469 (Vere)	Rio Do Raso	13,02	6,80	0,80
289	475S0120	9	Rio do Raso	Entr. Pr-180 (Francisco Beltrão)	12,92	6,60	0,60
290	476S0010	14	Entr. Pr-464 (Paranáreal)	Entr. Pr-158 Pr-556 (S. João Ivaí)	19,00	6,70	1,30
291	481S0010	9	Entr. Pr-182	Ampere	2,15	6,60	1,60
292	481S0030	9	Ampere	Entr. Prt-163 (S. A. do Oeste)	34,98	6,00	1,00
293	483S0010	9	Entr. Pr-180 (Francisco Beltrão)	Entr. Pr-182 (Jacutinga)	26,25	6,80	2,60
294	484S0010	12	Entr. Pr-473 (Quedas do Iguaçu)	Rio Guarani	22,40	12,00	0,00
295	484S0030	8	Rio Guarani	Entr. Pr-471 (Tres Barras dParaná)	7,40	9,00	0,00
296	484S0050	8	Entr. Pr-180 (B.V.Aparecida)	Entr. Pr-182 (Cap. Leon. Marques)	26,06	6,70	0,60
297	486S0002	8	Cascavel	Jotaesse	34,30	6,80	2,00
298	486S0005	8	Entr. Pr-239-317-364 (Assis Chaut)	Rio Piquiri	18,74	6,80	2,00
299	486S0020	17	Rio Piquiri	Entr. Pr-490 (Brasilândia)	4,37	9,10	0,90
300	487S0040	8	Entr. Br-272	Entr. Pr-364 (Terra Roxa Oeste)	9,68	6,60	1,60
301	487S0093	17	Santa Elisa	Entr. Acesso Pr-182 (Final do A)	2,15	6,60	0,00
302	487S0195	5	Rio Muquillo	Entr. Pr-460 (Bela Vista)	20,44	6,90	2,40
303	487S0210	5	Entr. Pr-460 (Bela Vista)	Entr. Prt-466 (Manoel Ribas)	28,20	6,80	0,70
304	487S0231	5	Manoel Ribas	Rio Ivaí	28,65	6,70	0,70
305	487S0240	2	Rio Ivaí	Candido de Abreu	18,16	6,60	0,60
306	488S0010	8	Entr. Br-277 (Céu Azul)	Entr. Pr-585 (Vera Cruz do Oeste)	8,95	6,20	1,60
307	488S0030	8	Entr. Pr-585 (Vera Cruz do Oeste)	Diamante do Oeste	27,00	6,80	0,00

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
308	488S0040	8	Diamante do Oeste	Entr. Pr-495 (A) (Esq. Céu Azul)	23,10	6,80	0,00
309	488S0050	8	Entr. Pr-495 (A) (Esq. Céu Azul)	Entr. Pr-317-495 (B) (Sta. Helena)	7,00	6,60	0,00
310	491S0010	8	Entr. Br-163 (Mercedes)	Nova Santa Rosa	13,90	7,00	0,60
311	491S0030	8	Nova Santa Rosa	Entr. Pr-182 (Maripá)	11,21	6,00	0,00
312	495S0020	8	Divisa Norte Parque. Nac. Iguaçu	Entr. Br-277 (Medianeira)	20,00	6,60	0,60
313	495S0030	8	Entr. Br-277 (Medianeira)	Missal	27,01	7,20	1,20
314	495S0050	8	Missal	Entr. Pr-488 (A) (Esq. Céu Azul)	25,34	6,80	1,20
315	495S0090	8	Entr. Pr-317 (B)(São Clemente)	Entre Rios do Oeste	9,10	7,10	1,30
316	495S0100	8	Entre Rios do Oeste	Pato Bragado	9,50	7,10	1,30
317	495S0110	8	Pato Bragado	Entr. Prt-467 (Iguiporã)	8,00	7,10	1,30
318	497S0010	8	São Miguel do Iguaçu	Missal	30,00	6,90	1,70
319	513S0040	2	Início Do Asfalto	Termino Do Asfalto	7,80	5,80	0,00
320	517S0010	6	Entr. Br-369-Pr-092 (Andira)	Entr. Pr-436 (Itambaraca)	15,20	6,50	1,50
321	517S0030	6	Entr. Pr-436 (Itambaraca)	São Joaquim do Pontal	10,87	5,80	0,60
322	518S0010	6	Entr. Pr-436	Santa Amélia	9,93	6,50	1,30
323	518S0050	6	Entr. Br-369 (Santa Mariana)	Porto Quebra Canoa (Div. Pr-SP)	29,42	6,50	0,20
324	519S0010	6	Entr. Pr-436 (Bandeirantes)	Água Yara	9,56	6,60	1,20
325	522S0030	2	Entr. Br-373	Entr. Prt-487 (A) (Bom Jardim)	19,30	6,20	0,00
326	525S0010	7	Entr. Br-369	Entr. Pr-526 (N. America Colina)	11,52	6,00	0,70
327	525S0030	7	Entr. Pr-526 (N. America Colina)	Entr. Pr-218 (S. Seb. da Amoreira)	14,45	6,20	1,00
328	526S0010	7	Nova America da Colina	Entr. Pr-525	1,41	6,50	0,00
329	526S0050	7	Entr. Pr-422 (Assai)	Entr. Pr-090	1,00	8,80	2,30
330	532S0020	7	Taquaruna	Entr. Pr-538	2,93	5,40	0,00
331	532S0040	18	Itaiacoca	Entr. Br-376	10,20	6,40	0,00

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
332	536S0020	7	Início do Asfalto	Cambe	11,93	7,00	0,30
333	537S0010	7	Entr. Pr-090-534 (Santa Margarida)	Florestópolis	24,46	6,80	0,70
334	538S0010	7	Entr. Pr-218 (Vila Regina)	Entr. Pr-532	14,68	6,70	0,00
335	538S0030	7	Entr. Pr-532	Guaravera	14,13	6,60	0,30
336	538S0050	7	Guaravera	Entr. Pr-445	8,59	6,60	0,50
337	539S0010	18	Entr. Br-376 (Marilandia Do Sul)	Rio Bom	18,70	6,50	0,40
338	540S0010	5	Entr. Pr-170 (Samambaia)	Entre Rios	9,91	6,90	0,10
339	540S0030	5	Entre Rios	Cachoeira	3,21	6,70	0,00
340	540S0050	5	Cachoeira	Entr. Pr-170 (Socorro)	9,57	6,60	0,00
341	545S0010	7	Entr. Pr-323-445 (Warta)	Entr. Br-369 (Londrina)	14,23	7,50	1,00
342	546S0010	10	Entr. Br-369 (Bom Sucesso)	Entr. Pr-444-457 (Itambé)	27,25	6,60	1,00
343	546S0030	10	Entr. Pr-444-457 (Itambé)	Entr. Pr-317 (Floresta)	10,45	6,30	0,80
344	549S0010	13	Entr. Prt-369 Br-272 Pr-462 (B. F.)	Corumbatai do Sul	14,88	5,80	0,00
345	549S0031	13	Corumbatai do Sul	Bourbonia	16,65	6,40	0,00
346	549S0033	13	Bourbonia	Entr. Br-487	7,81	5,80	0,00
347	551S0010	10	Entr. Pr-317	Ivatuba	17,95	6,40	0,00
348	551S0030	10	Ivatuba	Entr. Pr-323 (Doutor Camargo)	7,10	6,50	0,00
349	558S0055	10	Malu	Entr. Pr-323	7,98	6,70	0,60
350	562S0005	12	Honorio Serpa	Entr. Prt-158 (Coronel Vivida)	30,30	6,70	0,70
351	562S0010	12	Entr. Prt-158 (Coronel Vivida)	Entr. Pr-566 (Vista Alegre)	17,56	6,70	0,70
352	562S0030	12	Entr. Pr-566 (Vista Alegre)	Entr. Pr-281 (São João)	12,52	6,60	0,70
353	566S0010	12	Entr. Pr-562 (Vista Alegre)	Entr. Pr-469 (Itapejara do Oeste)	12,06	6,60	0,70
354	566S0020	12	Entr. Pr-469 (Itapejara do Oeste)	Rio Santana	8,00	6,70	0,50
355	566S0030	9	Rio Santana	Entr. Pr-180-475 (Franc. Beltrão)	21,60	7,20	0,30

TABELA A.1 – Relação de seções de rodovias com as respectivas extensões e características geométricas – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	DIST	INÍCIO	FIM	EXT (km)	PISTA (m)	ACOS (m)
356	570S0010	12	Br-158	Sulina	13,30	6,60	0,60
357	573S0010	8	Entr. Br-369 (Corbelia)	Braganey	22,14	6,70	0,70
358	574S0010	8	Entr. Pr-180(Cafelândia)	Entr. Br-369 (N. Senhora Graças)	13,08	6,80	0,80
359	575S0030	8	Entr. Pr-180-239 (Nova Aurora)	Palmitopolis	13,42	6,70	0,50
360	581S0010	8	Entr. Pr-239-317 (Bragantina)	Tupassi	9,20	6,40	0,00
361	581S0030	8	Tupassi	Jotaesse	7,70	7,00	0,50
362	582S0010	9	Capanema	Marmelândia	36,80	6,50	0,00
363	583S0010	9	Entr. Br-163 (Pérola do Oeste)	Entr. Pr-281	11,57	6,50	1,20
364	585S0010	8	Entr. Pr-488 (V. Cruz do Oeste)	São Pedro do Iguaçu	11,61	6,50	1,80
365	585S0030	8	São Pedro Do Iguaçu	Entr. Br-467 Pr-317 (Toledo)	30,00	6,50	1,80
366	586S0010	8	Entr. Pr-182	Santa Tereza	5,00	6,50	1,00
367	587S0010	17	Entr. Pr-487	Pérola Da Boa Esperança	11,35	6,40	0,80
368	587S0030	17	Pérola Da Boa Esperança	Entr. Pr-490 (S. Jge Patrocínio)	9,26	6,80	0,50
369	589S0010	8	Entr. Pr-239 (Nova Sarandi)	Entr. Pr-491 (Nova Santa Rosa)	11,25	6,60	1,00
370	590S0010	8	Entr. Br-277	Ramilândia	13,58	5,80	0,00
371	650S0010	18	Entr. Pr-082 (São João do Ivaí)	Godoy Moreira	33,22	5,80	0,00

Onde:

ORDEM: número de ordem da seção do pavimento;

SEÇÃO: código da seção do pavimento;

DIST: distrito rodoviário do DER-PR;

ORIGEM: origem da seção rodoviária;

FIM: fim da seção rodoviária;

EXT: extensão da seção, em km;

PISTA: largura da pista de rolamento, em m;

ACOST: largura dos acostamentos, em m

ANEXO B

MATERIAIS E ESPESSURAS DAS SEÇÕES DE PAVIMENTOS CONSTRUÍDAS NA REGIÃO DE BASALTO (REGIÃO III)

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III)

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
1	082S0090	1/1/89	2	7	7	5	18	18
2	082S0100	1/1/89	2	7	7	5	18	18
3	082S0110	1/1/89	2	7	7	5	18	18
4	082S0150	1/1/77	7	1	2	10	18	15
5	082S0170	1/1/77	7	1	2	10	18	15
6	082S0190	1/1/77	4	1	2	0	18	15
7	082S0200	1/1/78	4	1	2	0	25	15
8	082S0210	1/1/78	4	1	2	0	25	15
9	082S0230	1/1/78	7	4	2	3	15	15
10	082S0240	1/1/78	7	4	2	3	15	15
11	082S0250	1/1/78	7	4	2	3	15	15
12	082S0270	1/1/78	7	1	2	8	15	15
13	090S0290	1/1/77	8	4	2	3	15	13
14	090S0310	1/1/78	1	1	0	6	23	0
15	090S0330	1/1/78	1	1	0	6	23	0
16	090S0350	1/1/73	7	1	2	5	23	10
17	090S0390	1/1/86	8	1	7	9	10	15
18	090S0410	1/1/87	4	5	2	0	13	12
19	090S0415	1/1/87	8	4	2	5	12	15
20	090S0420	1/1/87	8	4	2	5	15	15
21	090S0430	1/1/87	8	4	2	5	15	15
22	090S0450	1/1/78	8	4	2	4	15	15
23	092S0310	1/1/80	1	5	2	5	20	20
24	092S0330	1/1/80	8	7	2	10	23	20
25	092S0350	1/1/80	1	4	2	5	20	20
26	092S0370	1/1/90	2	1	0	4	23	0
27	151S0010	1/1/85	3	4	2	0	15	15
28	158S0170	1/1/84	1	2	5	5	15	15
29	158S0240	1/1/84	7	4	7	4	13	17
30	158S0250	1/1/85	7	1	7	3	13	17
31	158S0260	1/1/90	7	1	7	3	13	17
32	158S0330	1/1/70	8	1	2	5	10	16
33	158D0360	1/1/70	2	1	0	3	15	0
34	158E0360	1/1/82	2	1	0	3	15	0
35	158S0410	1/1/69	1	1	2	5	20	15
36	158S0420	1/1/85	2	1	1	3	15	15
37	160S0020	1/1/70	2	4	0	4	15	0
38	160S0030	1/1/79	1	1	2	5	20	26
39	160S0050	1/1/79	1	1	2	4	20	22
40	160S0070	1/1/79	1	1	2	3	20	22

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
41	160S0090	1/1/79	1	1	2	3	22	22
42	160S0150	1/1/74	8	1	2	10	17	25
43	160S0170	1/1/74	1	1	2	5	20	25
44	160S0190	1/1/74	1	1	2	5	20	25
45	163S0050	1/1/86	8	1	2	17	15	20
46	163S0090	1/1/86	8	1	0	7	20	0
47	163S0110	1/1/91	1	1	0	5	15	0
48	163S0130	1/1/88	1	1	0	5	15	0
49	163S0150	1/1/79	2	1	0	4	15	0
50	163S0180	1/1/82	8	1	1	9	15	15
51	163S0190	1/1/79	8	1	2	8	15	15
52	163S0200	1/1/79	8	1	2	8	15	15
53	163S0210	1/1/79	8	1	2	8	15	15
54	163S0220	1/1/79	8	1	2	9,5	15	15
55	163S0230	1/1/79	8	1	2	9,3	15	15
56	163S0300	1/1/78	1	1	2	4	10	30
57	170S0010	1/1/69	8	5	4	4	15	12
58	170S0030	1/1/77	8	5	4	5	19	14
59	170S0050	1/1/78	1	5	4	5	12	18
60	170S0070	1/1/86	1	5	4	3	17	26
61	170S0170	1/1/87	1	1	1	5	20	20
62	170S0180	1/1/89	1	1	1	5	24	20
63	170S0200	1/1/88	1	1	1	5	24	20
64	170S0205	1/1/88	1	1	1	5	24	20
65	170S0218	1/1/76	8	1	7	7	16	18
66	170S0220	1/1/76	7	1	7	7	16	18
67	170S0230	1/1/76	7	1	7	7	16	18
68	170S0250	1/1/76	7	1	7	7	16	18
69	170S0270	1/1/79	7	1	2	6	15	15
70	170S0290	1/1/79	7	1	2	6	15	15
71	170S0310	1/1/79	1	1	2	5	15	15
72	180S0260	1/1/76	8	5	2	5	15	15
73	180S0270	1/1/76	8	5	2	5	15	15
74	180S0290	1/1/76	8	3	2	5	15	15
75	180S0300	1/1/78	8	4	2	4	15	15
76	180S0310	1/1/86	7	1	2	4	15	15
77	180S0320	1/1/91	7	1	0	8	15	0
78	180S0322	1/1/94	3	1	0	4	15	0
79	180S0330	1/1/86	3	1	2	4	15	15
80	180S0340	1/1/86	4	1	0	0	15	0
81	180S0350	1/1/78	8	1	6	14	13	20

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
82	180S0370	1/1/78	8	1	7	14	13	20
83	180S0371	1/1/78	8	1	7	14	13	20
84	180S0390	1/1/79	8	1	1	14	20	20
85	180S0410	1/1/76	1	1	1	9	20	20
86	180S0420	1/1/70	1	1	0	4	20	0
87	180S0430	1/1/89	7	1	7	4	12	15
88	182S0230	1/1/89	4	1	4	0	13	14
89	182S0240	1/1/90	4	1	2	0	15	15
90	182S0260	1/1/79	8	1	2	8	15	15
91	182S0270	1/1/79	8	1	2	8	15	15
92	182S0280	1/1/79	8	1	2	8	15	15
93	182S0290	1/1/79	8	1	2	8	20	15
94	182S0310	1/1/79	8	1	2	8	15	15
95	182S0410	1/1/82	8	1	1	9	15	15
96	182S0430	1/1/78	8	1	1	14	15	15
97	182S0450	1/1/78	8	1	1	14	10	15
98	182S0470	1/1/77	8	1	1	14	15	18
99	182S0490	1/1/83	7	1	7	3	12	10
100	182S0510	1/1/70	3	1	0	0	12	0
101	218S0150	1/1/82	4	4	2	0	15	15
102	218S0170	1/1/85	4	4	2	0	15	15
103	218S0190	1/1/85	4	4	2	0	15	15
104	218S0210	1/1/78	4	5	2	0	15	25
105	218S0230	1/1/78	8	1	2	3	10	17
106	218S0250	1/1/78	8	1	2	3	10	10
107	218S0270	1/1/78	8	1	2	3	10	10
108	218S0290	1/1/78	8	1	2	3	10	10
109	218S0310	1/1/87	3	1	2	0	12	10
110	218S0320	1/1/90	1	1	1	5	20	20
111	239S0270	1/1/83	2	1	2	5	15	15
112	239S0290	1/1/83	2	1	2	5	15	15
113	239S0310	1/1/79	7	1	5	3	15	15
114	239S0350	1/1/78	8	4	2	4	15	15
115	239S0370	1/1/78	8	2	2	4	20	15
116	239S0380	1/1/78	8	2	2	4	20	15
117	239S0390	1/1/78	7	2	2	4	20	15
118	239S0410	1/1/81	8	1	2	4	15	20
119	239S0420	1/1/81	8	1	2	4	15	15
120	239S0450	1/1/78	8	2	2	4	15	15
121	239S0470	1/1/78	8	6	2	8	15	15
122	272S0250	1/1/76	1	5	1	5	14	16

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
123	272S0270	1/1/76	1	1	1	5	20	20
124	272S0290	1/1/76	1	1	1	5	20	20
125	272S0310	1/1/76	1	1	1	5	20	20
126	280S0010	1/1/79	7	7	2	12	20	15
127	280S0090	1/1/78	8	1	2	10	20	20
128	280S0093	1/1/78	8	1	2	10	20	20
129	280S0095	1/1/78	8	1	2	12,5	15	20
130	280S0100	1/1/78	8	1	2	12,5	15	20
131	280S0110	1/1/78	8	1	2	12,5	15	20
132	280S0120	1/1/78	8	1	2	12,5	15	20
133	280S0130	1/1/78	8	1	2	12,5	15	20
134	280S0150	1/1/78	8	1	2	12,5	15	20
135	280S0170	1/1/78	8	1	2	12,5	15	20
136	280S0210	1/1/75	8	1	2	12,5	15	20
137	280S0230	1/1/76	1	1	1	9	20	22
138	281S0090	1/1/87	4	1	0	0	15	0
139	281S0170	1/1/82	7	1	2	6,2	10	16
140	281S0190	1/1/82	7	1	2	6,4	10	16
141	281S0230	1/1/78	8	1	2	3,5	15	20
142	281S0270	1/1/78	1	1	2	3,5	15	20
143	281S0290	1/1/80	4	1	2	0	15	20
144	281S0310	1/1/80	4	1	2	0	15	16
145	281S0320	1/1/80	4	1	2	0	15	16
146	281S0330	1/1/78	8	1	6	5	13	15
147	281S0340	1/1/78	7	1	6	5	13	15
148	281S0370	1/1/78	4	1	7	0	15	20
149	281S0380	1/1/78	7	1	7	3,5	15	20
150	281S0390	1/1/78	7	1	7	3,5	15	20
151	281S0410	1/1/78	2	1	7	3,5	15	20
152	281S0430	1/1/78	2	1	1	5	10	15
153	281S0470	1/1/79	1	1	1	4	10	15
154	281S0490	1/1/79	1	1	1	4	10	15
155	281S0530	1/1/87	2	1	7	3	15	12
156	317D0100	1/1/79	8	4	2	10	15	15
157	317E0100	1/1/79	8	4	2	10	15	15
158	317S0120	1/1/68	8	5	2	13,5	15	15
159	317S0130	1/1/68	8	5	2	10	15	15
160	317S0150	1/1/68	8	5	2	10	15	15
161	317S0170	1/1/68	8	5	2	10	15	15
162	317S0190	1/1/68	8	5	2	10	15	15
163	317S0210	1/1/70	8	5	2	10	15	20

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
164	317S0230	1/1/70	8	5	2	10	15	20
165	317S0240	1/1/70	8	5	2	10	15	20
166	317S0310	1/1/79	8	2	2	12	15	20
167	317S0320	1/1/78	7	2	2	4	15	20
168	317S0330	1/1/78	3	2	2	0	15	15
169	317S0370	1/1/81	8	1	2	9	30	15
170	317S0390	1/1/82	8	1	2	12	15	16
171	317S0410	1/1/82	1	1	2	5	30	16
172	317S0430	1/1/86	7	1	2	8	15	16
173	323S0010	1/1/85	1	5	0	4	13	0
174	323S0030	1/1/85	1	1	4	4	20	35
175	323S0050	1/1/85	1	5	0	4	15	0
176	323S0070	1/1/85	1	1	0	4	27	0
177	323S0100	1/1/88	1	5	4	3	15	12
178	323S0170	1/1/88	1	1	1	5	15	15
179	323S0190	1/1/68	8	5	2	13	15	15
180	323S0211	1/1/68	8	5	2	13	15	15
181	323S0213	1/1/68	8	5	2	10	15	15
182	323S0230	1/1/68	8	5	2	10	15	15
183	323S0251	1/1/68	8	5	2	10	15	15
184	323S0260	1/1/68	8	5	2	10	15	15
185	340S0450	1/1/78	4	4	2	0	15	15
186	364S0160	1/1/89	2	1	2	3	15	15
187	364S0170	1/1/89	2	1	2	3	15	15
188	364S0190	1/1/78	8	5	2	9	15	15
189	364D0195	1/1/78	8	5	2	6	18	15
190	364E0195	1/1/78	8	5	2	6	18	15
191	364S0200	1/1/78	8	5	2	6	18	15
192	364S0210	1/1/78	8	5	2	4	15	15
193	369S0490	1/1/79	4	1	2	0	20	15
194	369S0530	1/1/78	4	1	2	0	15	15
195	431S0030	1/1/77	4	5	2	0	15	10
196	431S0060	1/1/77	8	5	2	10	20	35
197	431S0070	1/1/77	8	5	2	10	20	20
198	435S0010	1/1/78	8	1	2	5	35	20
199	436S0050	1/1/79	4	4	2	0	20	15
200	436S0070	1/1/79	1	7	2	3	19	20
201	436S0090	1/1/79	1	7	2	3	19	15
202	436S0110	1/1/79	1	7	2	3	28	20
203	436S0130	1/1/78	4	5	2	0	15	20
204	437S0010	1/1/76	1	2	2	5	20	20

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
205	437S0030	1/1/84	4	1	2	0	15	10
206	442S0050	1/1/69	7	7	2	7	15	15
207	442S0070	1/1/78	8	1	2	3	10	10
208	443S0030	1/1/78	8	1	2	4	10	22
209	443S0050	1/1/78	1	1	2	5	10	23
210	444D0010	1/1/88	8	1	1	10	18	23
211	4,44E+12	1/1/88	8	1	1	10	23	20
212	444D0020	1/1/88	8	1	1	10	18	20
213	4,44E+22	1/1/88	8	1	1	10	27	20
214	444D0031	1/1/89	1	1	1	4	27	20
215	4,44E+33	1/1/89	1	1	1	4	27	20
216	444D0033	1/1/89	1	1	1	4	27	20
217	4,44E+35	1/1/89	1	1	1	4	18	20
218	445S0010	1/1/72	8	1	2	16	30	20
219	445S0020	1/1/72	8	1	2	10	19	19
220	445S0030	1/1/72	8	1	1	10	19	18
221	445S0050	1/1/72	8	1	1	10	18	18
222	445S0060	1/1/72	8	1	1	10	18	18
223	445S0070	1/1/72	8	5	5	10	18	15
224	445S0090	1/1/77	8	5	5	5	15	15
225	445S0110	1/1/77	8	4	2	10	26	15
226	446S0030	1/1/87	3	1	2	5	13	15
227	446S0070	1/1/70	3	1	0	0	15	0
228	447S0030	1/1/87	2	1	2	3	15	15
229	449S0030	1/1/87	1	1	2	3	15	10
230	450S0010	1/1/77	4	4	2	0	15	15
231	451S0010	1/1/77	7	1	1	5	21	19
232	453S0050	1/1/77	4	1	1	0	16	15
233	453S0070	1/1/77	4	1	1	0	18	18
234	455S0020	1/1/86	3	4	4	0	15	15
235	456S0010	1/1/86	1	1	7	3	15	17
236	456S0030	1/1/86	1	1	7	3	18	15
237	457S0030	1/1/87	3	7	0	0	18	0
238	457S0050	1/1/87	5	1	2	0	30	15
239	457S0070	1/1/79	4	1	1	0	10	10
240	457S0090	1/1/77	3	1	1	0	10	10
241	459S0050	1/1/87	1	1	2	3	15	15
242	459S0090	1/1/80	7	1	0	10	15	0
243	460S0010	1/1/81	1	1	7	5	20	15
244	462S0010	1/1/90	2	1	2	5	0	30

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
245	462S0030	1/1/81	1	1	2	5	15	15
246	462S0050	1/1/82	1	1	2	5	15	15
247	465S0010	1/1/78	7	2	2	3	15	15
248	465S0030	1/1/79	4	2	2	0	15	20
249	466S0350	1/1/79	7	1	2	8	20	20
250	466S0400	1/1/79	7	1	2	4	17	15
251	466S0470	1/1/79	7	1	2	8	14	15
252	466S0490	1/1/74	8	1	1	10	14	15
253	466S0600	1/1/74	7	1	1	10	20	20
254	466S0620	1/1/74	7	1	1	10	20	20
255	466S0700	1/1/74	7	1	1	10	20	20
256	466S0750	1/1/74	7	1	1	10	40	20
257	466S0800	1/1/79	8	1	7	18	18	19
258	467S0200	1/1/87	2	1	2	4	15	15
259	467S0210	1/1/86	2	1	2	4	15	12
260	467S0220	1/1/87	2	1	0	4	10	0
261	468S0010	1/1/80	4	5	2	0	10	12
262	468S0030	1/1/80	4	5	2	0	15	15
263	468S0050	1/1/78	4	5	2	0	20	15
264	469S0010	1/1/84	1	1	2	5	15	20
265	469S0030	1/1/87	1	1	2	5	10	19
266	469S0050	1/1/84	7	1	2	8	10	19
267	469S0070	1/1/84	7	1	2	3	10	19
268	471S0010	1/1/81	3	5	2	0	12	20
269	471S0030	1/1/94	7	5	0	3	12	0
270	471S0070	1/1/79	4	1	2	0	16	15
271	471S0090	1/1/81	4	1	2	0	15	15
272	471S0130	1/1/70	2	1	7	3	14	20
273	471S0140	1/1/87	2	1	7	3	14	15
274	471S0150	1/1/79	3	7	0	0	15	0
275	471S0170	1/1/79	3	7	0	0	15	0
276	472S0011	31413	2	1	4	4	30	14
277	472S0013	31778	7	1	2	4	16	15
278	473S0010	28491	8	1	2	8	16	15
279	473S0030	28491	8	1	2	8	15	20
280	473S0050	28491	2	1	2	3	30	20
281	473S0070	28491	8	1	2	4	10	20
282	474S0010	32874	2	1	2	4	15	34
283	474S0014	32874	3	1	0	0	15	0
284	474S0020	32874	2	1	2	4	15	15
285	475S0030	30682	2	1	2	3	15	15

ERRO!

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
286	475S0050	30682	2	1	2	3	15	15
287	475S0090	29221	7	1	2	6	15	15
288	475S0110	31778	7	1	2	3	15	15
289	475S0120	31778	7	1	7	3	14	14
290	476S0010	28491	4	4	2	0	14	14
291	481S0010	29221	8	1	7	6	15	20
292	481S0030	29952	2	1	7	3	20	15
293	483S0010	28126	8	1	0	13	20	0
294	484S0010	25569	3	1	0	0	15	0
295	484S0030	25569	3	1	0	0	15	0
296	484S0050	31413	2	1	2	4	15	15
297	486S0002	29221	4	4	0	0	15	0
298	486S0005	29221	4	1	2	0	15	20
299	486S0020	29952	4	1	2	0	20	20
300	487S0040	28491	8	5	2	4	20	20
301	487S0093	25569	3	4	0	0	20	0
302	487S0195	29587	1	1	7	5	19	15
303	487S0210	31778	2	1	7	4	24	24
304	487S0231	31413	2	1	7	4	24	16
305	487S0240	30682	2	1	7	3	14	15
306	488S0010	28491	6	1	6	4	15	15
307	488S0030	29952	1	1	2	4	15	15
308	488S0040	29952	1	1	2	4	15	15
309	488S0050	29952	1	1	2	4	15	15
310	491S0010	31413	2	1	0	4	15	0
311	491S0030	32874	8	1	2	8	15	15
312	495S0020	31413	2	1	1	4	15	15
313	495S0030	31413	7	1	0	8	15	15
314	495S0050	31413	2	1	0	4	16	0
315	495S0090	31413	2	1	2	4	15	15
316	495S0100	31413	2	1	2	4	15	15
317	495S0110	31413	2	1	2	4	15	15
318	497S0010	25569	2	1	2	4	15	15
319	513S0040	32509	3	2	2	0	20	20
320	517S0010	29221	1	4	2	5	20	20
321	517S0030	25569	3	4	2	0	15	20
322	518S0010	28491	1	6	2	5	15	20
323	518S0050	32143	3	5	2	0	15	20
324	519S0010	29221	3	4	2	0	10	20
325	522S0030	29952	4	5	2	0	18	20
326	525S0010	31048	7	1	2	4	15	20

TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
327	525S0030	31048	7	1	2	4	15	10
328	526S0010	31048	7	1	0	4	20	0
329	526S0050	31048	1	3	0	4	20	0
330	532S0020	32509	2	1	2	3	20	10
331	532S0040	25569	3	1	0	0	20	0
332	536S0020	31413	6	1	0	4	13	0
333	537S0010	31413	5	4	2	0	26	22
334	538S0010	31413	2	1	2	4	10	15
335	538S0030	31413	2	1	2	4	10	15
336	538S0050	31413	2	1	2	4	10	15
337	539S0010	25569	7	6	7	10	20	20
338	540S0010	27760	7	1	7	10	16	18
339	540S0030	27760	7	1	0	9	16	0
340	540S0050	32143	1	1	7	5	12	15
341	545S0010	31778	3	1	2	0	15	17
342	546S0010	31048	1	1	2	4	20	15
343	546S0030	28491	4	5	2	0	20	20
344	549S0010	32509	2	6	2	3	15	15
345	549S0031	32509	2	6	2	5	15	15
346	549S0033	32509	2	6	2	5	15	15
347	551S0010	28491	4	5	2	0	20	17
348	551S0030	28491	4	5	2	0	15	27
349	558S0055	31778	3	4	2	0	12	15
350	562S0005	31048	4	4	0	0	15	0
351	562S0010	31048	7	1	2	3	15	15
352	562S0030	31048	2	1	2	3	15	15
353	566S0010	31778	2	1	2	3	15	15
354	566S0020	31778	1	1	2	3	15	15
355	566S0030	31778	8	1	2	3	15	15
356	570S0010	32874	2	1	2	4	12	15
357	573S0010	29587	7	1	2	4	15	15
358	574S0010	29587	4	2	2	0	15	15
359	575S0030	32143	2	1	0	4	15	0
360	581S0010	32143	4	4	0	0	15	0
361	581S0030	31413	2	1	2	4	15	15
362	582S0010	31413	3	1	0	0	15	0
363	583S0010	28491	1	1	0	4	15	0
364	585S0010	31048	8	1	2	8	16	15
365	585S0030	31048	8	1	2	8	16	15
366	586S0010	28491	7	1	2	4	15	15
367	587S0010	31778	3	1	2	0	15	20

**TABELA B.1 – Materiais e espessuras das camadas das seções de pavimentos
construídos na região do basalto (Região III) – continuação.**

ORDEM	SEÇÃO	ANO	R	B	SB	ER (cm)	EB (cm)	ESB (cm)
368	587S0030	32143	3	1	0	0	15	0
369	589S0010	28856	4	1	2	0	15	15
370	590S0010	32874	2	1	0	4	15	0
371	650S0010	25569	3	1	0	0	15	0

Onde:

ORDEM: número de ordem da seção;

SEÇÃO: código da seção;

ANO: ano de abertura ao tráfego;

R: material utilizado no revestimento asfáltico;

B: material utilizado na camada de base;

SB: material utilizado na camada de sub-base;

ER: espessura da camada de revestimento, em cm;

EB: espessura da camada de base, em cm;

ESB: espessura da camada de sub-base, em cm.

ANEXO C

NÚMERO ESTRUTURAL CORRIGIDO DAS SEÇÕES DE PAVIMENTOS DE CONCRETO ASFÁLTICO DA REGIÃO DE BASALTO

**TABELA C.1: Pavimentos não Reabilitados e Avaliados em
1995**

**TABELA C.2: Pavimentos Não Reabilitados e Avaliados em
1998**

TABELA C.3: Pavimentos Reabilitados e Avaliados em 1995

TABELA C.4: Pavimentos Reabilitados e Avaliados em 1998

TABELA C.1 – Número estrutural corrigido das seções de pavimentos de concreto asfáltico não reabilitadas e avaliadas em 1995

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	CONS	SN	SNC
1	090S0290	01/01/78	31/12/95	18	3,1	4,5
2	090S0310	01/01/78	31/12/95	18	3,2	4,6
3	090S0330	01/01/78	31/12/95	18	3,2	4,6
4	158S0330	01/01/70	31/12/95	26	2,5	3,9
5	158S0410	01/01/69	31/12/95	27	3,1	4,5
6	160S0030	01/01/79	31/12/95	17	5,2	6,6
7	160S0050	01/01/79	31/12/95	17	4,6	6,0
8	160S0070	01/01/79	31/12/95	17	4,4	5,8
9	160S0090	01/01/79	31/12/95	17	4,6	6,0
10	160S0150	01/01/94	31/12/95	2	4,1	5,5
11	160S0170	01/01/74	31/12/95	22	4,4	5,8
12	160S0190	01/01/74	31/12/95	22	4,4	5,8
13	163S0110	01/01/91	31/12/95	5	3,5	4,9
14	163S0130	01/01/88	31/12/95	8	3,2	4,6
15	163S0300	01/01/78	31/12/95	18	4,4	5,8
16	170S0170	01/01/87	31/12/95	9	5,4	6,8
17	170S0180	01/01/89	31/12/95	7	5,6	7,0
18	170S0200	01/01/88	31/12/95	8	5,5	6,9
19	170S0205	01/01/88	31/12/95	8	5,5	6,9
20	170S0310	20/03/88	31/12/95	8	3,8	5,2
21	180S0390	01/01/79	31/12/95	17	5,5	6,9
22	180S0410	01/01/76	31/12/95	20	4,8	6,2
23	180S0420	01/01/70	31/12/95	26	1,9	3,3
24	218S0320	01/01/90	31/12/95	6	5,9	7,3
25	272S0310	01/01/76	31/12/95	20	4,2	5,6
26	280S0210	01/01/75	31/12/95	21	4	5,4
27	280S0230	01/01/76	31/12/95	20	5	6,4
28	281S0270	01/01/78	31/12/95	18	3,8	5,2
29	281S0470	01/01/79	31/12/95	17	3,1	4,5
30	281S0490	01/01/79	31/12/95	17	3,1	4,5
31	317S0410	01/01/82	31/12/95	14	4,9	6,3
32	323S0030	01/01/85	31/12/95	11	4,5	5,9

TABELA C.1 – Número estrutural corrigido das seções de pavimentos de concreto asfáltico não reabilitadas e avaliadas em 1995 – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	CONS	SN	SNC
33	323S0070	01/01/85	31/12/95	11	3,9	5,3
34	323S0170	01/01/88	31/12/95	8	4,5	5,9
35	443S0050	01/01/78	31/12/98	21	4,2	5,6
36	444D0031	01/01/89	31/12/95	7	6,1	7,5
37	444E0031	01/01/89	31/12/95	7	6,1	7,5
38	444D0033	01/01/89	31/12/95	7	6,1	7,5
39	444E0033	01/01/89	31/12/95	7	5,1	6,5
40	445S0010	01/01/78	31/12/95	18	3,2	4,6
41	445S0020	01/01/72	31/12/95	24	3,7	5,1
42	445S0030	01/01/72	31/12/95	24	3,7	5,1
43	445S0050	01/01/72	31/12/95	24	3,6	5,0
44	445S0060	01/01/72	31/12/95	24	3,6	5,0
45	456S0010	01/01/88	31/12/95	8	4	5,4
46	456S0030	01/01/86	31/12/95	10	4,1	5,5
47	459S0050	01/01/87	31/12/95	9	3,8	5,2
48	460S0010	01/01/81	31/12/95	15	4,4	5,8
49	462S0030	01/01/81	31/12/95	15	4,1	5,5
50	462S0050	01/01/82	31/12/95	14	4,3	5,7
51	469S0010	01/01/84	31/12/95	12	4,6	6,0
52	469S0030	01/01/87	31/12/95	9	4,3	5,7
53	483S0010	01/01/77	31/12/95	19	2,7	4,1
54	487S0195	01/01/81	31/12/95	15	4,3	5,7
55	488S0030	01/01/82	31/12/95	14	3,8	5,2
56	488S0040	01/01/82	31/12/95	14	3,8	5,2
57	488S0050	01/01/82	31/12/95	14	3,8	5,2
58	540S0050	01/01/88	31/12/95	8	4,2	5,6

Onde:

ORDEM: número de ordem das seções de pavimento;

SEÇÃO: código da seção rodoviária;

ANO: ano de abertura ao tráfego;

AVALIAÇÃO: ano da avaliação das seções (1995);

CONS: idade do pavimento após a liberação do tráfego, em anos;

SN: número estrutural do pavimento;

SNC: número estrutural corrigido.

**TABELA C.2 – Número estrutural corrigido das seções de pavimentos de concreto
asfáltico não reabilitadas e avaliadas em 1998.**

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	SN	SNC
1	090S0290	01/01/78	31/12/98	3,0	4,4
2	090S0310	01/01/78	31/12/98	3,1	4,5
3	090S0330	01/01/78	31/12/98	3,1	4,5
4	158S0330	01/01/70	31/12/98	2,4	3,8
5	158S0410	01/01/69	31/12/95	3,1	4,5
6	160S0030	01/01/79	31/12/98	5,0	6,4
7	160S0050	01/01/79	31/12/98	4,4	5,8
8	160S0070	01/01/79	31/12/98	4,2	5,6
9	160S0090	01/01/79	31/12/98	4,4	5,8
10	160S0150	01/01/94	31/12/98	4,1	5,5
11	160S0170	01/01/74	31/12/98	4,3	5,7
12	160S0190	01/01/74	31/12/98	4,3	5,7
13	163S0110	01/01/91	31/12/98	3,4	4,8
14	163S0130	01/01/88	31/12/98	3,1	4,5
15	163S0300	01/01/78	31/12/98	4,1	5,5
16	170S0170	01/01/87	31/12/98	5,3	6,7
17	170S0180	01/01/89	31/12/98	5,6	7,0
18	170S0200	01/01/88	31/12/98	5,5	6,9
19	170S0205	01/01/88	31/12/98	5,5	6,9
20	170S0310	01/01/88	31/12/98	3,6	5,0
21	180S0410	01/01/76	31/12/98	4,8	6,2
22	180S0420	01/01/70	31/12/98	1,8	3,2
23	272S0310	01/01/76	31/12/98	4,1	5,5
24	280S0230	01/01/76	31/12/98	4,9	6,3
25	281S0270	01/01/78	31/12/98	3,6	5,0
26	281S0470	01/01/79	31/12/98	2,9	4,3
27	281S0490	01/01/79	31/12/98	2,9	4,3
28	317S0410	01/01/82	31/12/98	4,7	6,1
29	323S0030	01/01/85	31/12/98	4,4	5,8
30	323S0070	01/01/85	31/12/98	3,8	5,2
31	323S0170	01/01/88	31/12/98	4,5	5,9
32	443S0050	01/01/78	31/12/98	3,7	5,1
33	444D0031	01/01/89	31/12/98	6,0	7,4
34	444E0031	01/01/89	31/12/98	6,0	7,4

**TABELA C.2 – Número estrutural corrigido das seções de pavimentos de concreto
asfáltico não reabilitadas e avaliadas em 1998 – continuação.**

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	SN	SNC
35	444D0033	01/01/89	31/12/98	6,0	7,4
36	444E0033	01/01/89	31/12/98	5,0	6,4
37	456S0010	01/01/86	31/12/98	3,9	5,3
38	456S0030	01/01/86	31/12/98	4,2	5,6
39	459S0050	01/01/87	31/12/98	4,2	5,6
40	460S0010	01/01/81	31/12/98	4,2	5,6
41	462S0030	01/01/81	31/12/98	3,8	5,2
42	462S0050	01/01/82	31/12/98	4,2	5,6
43	469S0010	01/01/84	31/12/98	4,5	5,9
44	469S0030	01/01/87	31/12/98	4,2	5,6
45	487S0195	01/01/81	31/12/98	4,2	5,6
46	488S0030	01/01/82	31/12/98	3,7	5,1
47	488S0040	01/01/82	31/12/98	3,7	5,1
48	488S0050	01/01/82	31/12/98	3,7	5,1
49	540S0050	01/01/88	31/12/98	4,2	5,6
50	546S0010	01/01/85	31/12/98	4,4	5,8
51	566S0020	01/01/87	31/12/98	3,8	5,2
52	583S0010	01/01/78	31/12/98	2,1	3,5

TABELA C.3 – Número estrutural corrigido das seções de pavimentos de concreto asfáltico reabilitadas e avaliadas em 1995.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	INTER	AVALIAÇÃO	SN	SNC
1	082S0270	01/01/78	01/01/87	31/12/95	4,2	5,6
2	163S0190	01/01/79	01/01/91	31/12/95	5,0	6,7
3	163S0200	01/01/79	01/01/91	31/12/95	5,0	6,7
4	163S0210	01/01/79	01/01/91	31/12/95	5,0	6,7
5	163S0220	01/01/79	01/01/91	31/12/95	5,7	7,5
6	163S0230	01/01/79	01/01/94	31/12/95	5,6	7,4
7	180S0350	01/01/78	01/01/88	31/12/95	6,8	8,5
8	180S0370	01/01/78	01/01/90	31/12/95	6,8	8,5
9	180S0371	01/01/78	01/01/90	31/12/95	6,8	8,5
10	182S0280	01/01/79	01/01/86	31/12/95	5,1	6,9
11	182S0290	01/01/79	01/01/94	31/12/95	5,6	7,3
12	182S0430	01/01/78	01/01/87	31/12/95	7,0	8,8
13	182S0450	01/01/78	01/01/94	31/12/95	6,8	8,5
14	182S0470	01/01/77	01/01/94	31/12/95	7,2	9,0
15	280S0090	01/01/78	01/01/87	31/12/95	6,1	7,8
16	280S0100	01/01/78	01/01/89	31/12/95	6,1	7,8
17	280S0110	01/01/78	01/01/89	31/12/95	6,1	7,8
18	280S0120	01/01/78	01/01/89	31/12/95	6,2	8,0
19	280S0130	01/01/78	01/01/89	31/12/95	6,3	8,0
20	280S0150	01/01/78	01/01/89	31/12/95	6,3	8,0
21	280S0170	01/01/78	01/01/89	31/12/95	6,3	8,0
22	466S1050	01/01/78	01/01/94	31/12/95	6,0	7,7
23	466S1000	01/01/78	01/01/94	31/12/95	6,5	8,2
24	509S0030	01/01/78	01/01/86	31/12/95	6,5	8,3

Onde:

ANO: ano após a abertura ao tráfego;

INTER: ano de intervenção das seções de pavimento;

SN: número estrutural da seção de pavimento;

SNC: número estrutural corrigido da seção de pavimento.

TABELA C.4 – Número estrutural corrigido das seções dos pavimento de concreto asfáltico reabilitadas e avaliadas em 1998.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	INTER	AVALIAÇÃO	SN	SNC
1	163S0190	01/01/79	01/01/91	31/12/98	4,7	6,1
2	163S0200	01/01/79	01/01/91	31/12/98	4,7	6,1
3	163S0210	01/01/79	01/01/91	31/12/98	4,7	6,1
4	163S0220	01/01/79	01/01/94	31/12/98	5,3	6,7
5	163S0230	01/01/79	01/01/94	31/12/98	5,3	6,7
6	180S0350	01/01/78	01/01/88	31/12/98	6,2	7,6
7	180S0370	01/01/78	01/01/88	31/12/98	6,2	7,6
8	180S0371	01/01/78	01/01/88	31/12/98	6,2	7,6
9	180S0390	01/01/79	13/04/97	31/12/98	7,2	8,6
10	182S0280	01/01/79	01/01/94	31/12/98	4,8	6,2
11	182S0290	01/01/79	01/01/94	31/12/98	5,3	6,7
12	182S0430	01/01/78	01/01/94	31/12/98	6,5	7,9
13	182S0450	01/01/78	01/01/94	31/12/98	6,3	7,7
14	182S0470	01/01/77	01/01/94	31/12/98	6,8	8,2
15	280S0090	01/01/78	01/01/87	31/12/98	5,7	7,1
16	280S0100	01/01/78	01/01/89	31/12/98	5,8	7,2
17	280S0110	01/01/78	01/01/89	31/12/98	5,8	7,2
18	280S0120	01/01/78	01/01/89	31/12/98	5,8	7,2
19	280S0130	01/01/78	01/01/90	31/12/98	5,9	7,3
20	280S0150	01/01/78	01/01/90	31/12/98	5,9	7,3
21	280S0170	01/01/78	01/01/90	31/12/98	5,9	7,3
22	445S0010	01/01/72	01/08/97	31/12/98	7	8,4
23	445S0020	01/01/72	01/08/97	31/12/98	5,2	6,6
24	445S0030	01/01/72	01/08/97	31/12/98	5,2	6,6
25	445S0050	01/01/72	01/08/97	31/12/98	5,1	6,5
26	445S0060	01/01/72	01/08/97	31/12/98	5,1	6,5
27	483S0010	01/01/77	13/04/97	31/12/98	6,8	8,2
28	509S0030	01/01/78	30/11/95	31/12/98	5,1	6,5

ANEXO D

**COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO QUE CIRCULA NAS SEÇÕES
DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO LOCALIZADAS
NA REGIÃO BASALTO**

TABELA D.1 – Volume diário médio de tráfego e as respectivas taxas de crescimento de cada categoria de veículo

ORDEM	SEÇÃO	ANO	VDM	AUT	O	CL	CM	CP	ART	TCA	TCO	TCCL	TCCM	TCCP	TCART
1	082S0270	1978	687	422	18	90	85	61	11	2	5,5	1,9	1,9	1,9	1,9
2	090S0290	1978	744	432	24	101	87	67	33	1,4	5,6	1,3	1,3	1,3	1,3
3	090S0310	1978	744	432	24	101	87	67	33	1,4	5,6	1,3	1,3	1,3	1,3
4	090S0330	1978	744	432	24	101	87	67	33	1,4	5,6	1,3	1,3	1,3	1,3
5	158S0330	1970	199	121	5	34	26	12	1	1,4	4,5	1,4	1,4	1,4	1,4
6	158S0410	1969	1435	776	66	106	152	219	116	1,4	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
7	158S0420	1985	1435	776	66	106	152	219	116	1,4	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
8	160S0050	1979	744	432	24	101	87	67	33	1,5	4,8	1,5	1,5	1,5	1,5
9	160S0070	1979	744	432	24	101	87	67	33	1,5	4,8	1,5	1,5	1,5	1,5
10	160S0090	1979	996	678	28	137	106	40	7	1,5	4,8	1,5	1,5	1,5	1,5
11	160S0150	1974	1026	569	24	197	157	72	7	1,5	4,8	1,5	1,5	1,5	1,5
12	160S0170	1974	1509	688	38	134	196	296	157	1,5	4,8	1,5	1,5	1,5	1,5
13	160S0190	1974	706	427	23	88	117	45	6	1,8	4,5	1,5	1,5	1,5	1,5
14	163S0110	1991	1630	1210	122	79	154	57	8	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
15	163S0130	1988	838	338	54	136	121	146	43	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
16	163S0190	1979	2363	901	252	209	211	360	430	1,6	6,2	2	2,0	2,0	2,0
17	163S0200	1979	3000	1601	203	230	262	420	284	1,6	6,2	2	2,0	2,0	2,0
18	163S0210	1979	3000	1601	203	230	262	420	284	1,6	6,2	2	2,0	2,0	2,0
19	163S0220	1979	3000	1601	203	230	262	420	284	1,6	6,2	2	2,0	2,0	2,0
20	163S0230	1979	3000	1601	203	230	262	420	284	1,6	6,2	2	2,0	2,0	2,0

TABELA D.1 – Volume diário médio de tráfego e as respectivas taxas de crescimento de cada categoria de veículo – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	VDM	AUT	O	CL	CM	CP	ART	TCA	TCO	TCCL	TCCM	TCCP	TCART
21	163S0300	1978	1455	795	69	144	136	211	100	2,8	5,2	1,5	1,5	1,5	1,5
22	170S0170	1987	741	409	35	103	107	66	21	2,2	4,5	2,1	2,1	2,1	2,1
23	170S0180	1989	741	409	35	103	107	66	21	2,2	4,5	2,1	2,1	2,1	2,1
24	170S0200	1988	741	409	35	103	107	66	21	2,2	4,5	2,1	2,1	2,1	2,1
25	170S0205	1988	741	409	35	103	107	66	21	2,2	4,5	2,1	2,1	2,1	2,1
26	170S0310	1979	793	294	33	68	95	215	88	2,2	6,1	2	2,0	2,0	2,0
27	180S0350	1978	1300	826	56	84	142	112	80	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
28	180S0370	1978	1300	826	56	84	142	112	80	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
29	180S0371	1978	1300	826	56	84	142	112	80	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
30	180S0390	1979	3656	2259	223	244	286	302	342	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
31	180S0410	1976	3656	2259	223	244	286	302	342	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
31	180S0420	1970	2843	1703	128	206	259	287	260	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
32	182S0280	1979	197	116	7	35	27	10	2	1,6	6,2	2	2,0	2,0	2,0
33	182S0290	1979	1714	987	50	197	169	246	65	1,6	6,2	2	2,0	2,0	2,0
34	182S0430	1978	229	140	14	28	39	6	2	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
35	182S0450	1978	2404	990	219	264	263	311	357	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
36	182S0470	1977	2404	990	219	264	263	311	357	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
37	218S0250	1978	440	279	28	79	40	11	3	1,9	4,5	1,7	1,7	1,7	1,7
38	218S0320	1990	2648	1225	128	203	282	493	317	2	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2
39	272S0270	1976	1496	754	64	147	179	243	109	1,6	4,5	1,6	1,6	1,6	1,6
40	272S0290	1976	1496	754	64	147	179	243	109	1,6	4,5	1,6	1,6	1,6	1,6

TABELA D.1 – Volume diário médio de tráfego e as respectivas taxas de crescimento de cada categoria de veículo – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	VDM	AUT	O	CL	CM	CP	ART	TCA	TCO	TCCL	TCCM	TCCP	TCART
41	272S0310	1976	1496	754	64	147	179	243	109	1,6	4,5	1,6	1,6	1,6	1,6
42	280S0090	1978	1439	425	60	57	136	492	269	2,2	6,1	2	2,0	2,0	2,0
43	280S0100	1978	1751	873	92	109	281	259	137	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
44	280S0110	1978	1751	873	92	109	281	259	137	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
45	280S0120	1978	1751	873	92	109	281	259	137	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
46	280S0130	1978	1448	776	66	104	151	231	120	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
47	280S0150	1978	1448	776	66	104	151	231	120	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
48	280S0170	1978	1435	776	66	106	152	219	116	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
49	280S0210	1975	1435	776	66	106	152	219	116	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
50	280S0230	1976	2431	1214	171	212	220	294	320	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
51	281S0270	1978	1435	776	66	106	152	219	116	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
52	281S0470	1979	1048	573	112	120	181	49	13	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
53	281S0490	1979	1048	573	112	120	181	49	13	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
54	317S0410	1982	730	438	27	88	86	69	22	4,4	6,7	1,5	1,5	1,5	1,5
55	323S0030	1985	3054	1111	298	155	153	774	563	1,5	4,8	1,5	1,5	1,5	1,5
56	323S0070	1985	3329	1535	154	284	158	806	392	2	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2
57	323S0170	1988	2743	1372	127	142	269	560	273	1,4	3,9	1,5	1,5	1,5	1,5
58	443S0050	1978	215	119	7	46	31	11	1	1,4	5,6	1,3	1,3	1,3	1,3
59	444D0031	1989	3634	2012	147	274	349	657	195	2	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2
60	444E0031	1989	3634	2012	147	274	349	657	195	2	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2

TABELA D.1 – Volume diário médio de tráfego e as respectivas taxas de crescimento de cada categoria de veículo – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	VDM	AUT	O	CL	CM	CP	ART	TCA	TCO	TCCL	TCCM	TCCP	TCART
61	444D0033	1989	3634	2012	147	274	349	657	195	2,2	4,5	2,1	2,1	2,1	2,1
62	444E0033	1989	3634	2012	147	274	349	657	195	2,2	4,5	2,1	2,1	2,1	2,1
63	445S0010	1972	2830	1455	129	252	256	528	210	2	5	2,2	2,2	2,2	2,2
64	445S0020	1972	2830	1455	129	252	256	528	210	2	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2
65	445S0030	1972	2770	1420	134	509	388	236	83	2	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2
66	445S0050	1972	2770	1420	134	509	388	236	83	2	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2
67	445S0060	1972	2770	1420	134	509	388	236	83	2	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2
68	456S0010	1986	1233	574	89	147	123	149	151	2,6	6,9	1,9	1,9	1,9	1,9
69	456S0030	1986	1233	574	89	147	123	149	151	2,6	6,9	1,9	1,9	1,9	1,9
70	459S0050	1987	670	411	23	73	79	63	21	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
71	460S0010	1981	1412	623	67	125	170	249	178	1,3	8,0	2,3	2,3	2,3	2,3
72	462S0030	1981	684	422	17	90	84	60	11	1,3	8,0	2,3	2,3	2,3	2,3
73	462S0050	1982	573	338	20	110	59	30	16	1,3	8,0	2,3	2,3	2,3	2,3
74	466S1050	1979	2113	960	76	246	240	365	226	1,3	8	2,3	2,3	2,3	2,3
75	466S1100	1979	2113	960	76	246	240	365	226	2,6	6,9	1,9	1,9	1,9	1,9
76	469S0010	1984	670	411	23	73	79	63	21	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
77	469S0030	1987	670	411	23	73	79	63	21	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
78	483S0010	1977	1828	956	121	95	186	200	270	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5
79	487S0195	1981	1412	623	67	125	170	249	178	1,3	8,0	2,3	2,3	2,3	2,3
80	488S0030	1982	735	438	27	87	88	72	23	4,4	6,7	1,5	1,5	1,5	1,5

TABELA D.1 – Volume diário médio de tráfego e as respectivas taxas de crescimento de cada categoria de veículo – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	VDM	AUT	O	CL	CM	CP	ART	TCA	TCO	TCCL	TCCM	TCCP	TCART
81	488S0040	1982	735	438	27	87	88	72	23	4,4	6,7	1,5	1,5	1,5	1,5
82	488S0050	1982	730	438	27	88	86	69	22	4,4	6,7	1,5	1,5	1,5	1,5
83	509S0030	1978	735	430	33	69	109	69	25	3,6	5,1	2,5	2,5	2,5	2,5
84	540S0050	1988	760	375	29	76	105	120	55	2,6	6,9	1,9	1,9	1,9	1,9
85	546S0010	1985	292	156	5	60	49	21	1	2,2	4,5	2,1	2,1	2,1	2,1
86	566S0020	1987	65	44	0	13	8	0	0	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
87	566S0030	1987	93	44	0	13	8	22	6	1,6	6,5	1,9	1,9	1,9	1,9
88	583S0010	1978	406	287	39	37	29	12	2	1,6	6,4	1,5	1,5	1,5	1,5

Onde:

ANO: ano de abertura ao tráfego;

VDM: volume diário médio de tráfego;

AUT: número de automóveis;

O: número de ônibus;

CL: número de caminhões leves;

CM: número de caminhões médios;

CP: número de caminhões pesados;

ART: número de caminhões articulados (reboques e semi-reboques);

TCA: taxa de crescimento de automóveis, em %

TCO taxa de crescimento de ônibus, em %;

TCCL: taxa de crescimento de caminhões leves, em %;

TCCM: taxa de crescimento de caminhões médios, em %;

TCCP: taxa de crescimento de caminhões pesados, em %;

TCART: taxa de crescimento de caminhões articulados, em %.

ANEXO E

**NÚMERO EQUIVALENTE (N) DE SOLICITAÇÕES DO EIXO
PADRÃO DAS SEÇÕES DE PAVIMENTOS DE CONCRETO
ASFÁLTICO NA REGIÃO DE BASALTO**

N₉₅ (TRÁFEGO ANUAL DE 1995)

N₉₈ (TRÁFEGO ANUAL DE 1998)

N₀₂ (TRÁFEGO ANUAL DE 2002)

NAC₉₅ (TRÁFEGO ACUMULADO ATÉ 1995)

NAC₉₈ (TRÁFEGO ACUMULADO ATÉ 1998)

TABELA E.1 - Número equivalente de solicitações do eixo padrão (AASHTO)

ORDEM	SEÇÃO	ANO	N95	NAC95	N98	NAC98	N02	NAC02
1	082S0270	1978	2,5E+04	3,9E+05	2,7E+04	4,7E+05	5,7E+04	4,3E+06
2	090S0290	1978	3,8E+04	6,1E+05	4,0E+04	7,3E+05	8,3E+04	5,4E+06
3	090S0310	1978	3,8E+04	6,1E+05	4,0E+04	7,3E+05	8,3E+04	5,4E+06
4	090S0330	1978	3,8E+04	6,1E+05	4,0E+04	7,3E+05	8,3E+04	5,4E+06
	158S0330	1970	5,3E+03	1,2E+05	5,5E+03	1,3E+05	5,8E+03	2,4E+05
5	158S0410	1969	1,2E+05	2,6E+06	1,2E+05	3,0E+06	2,6E+05	4,1E+07
6	160S0030	1979	3,8E+04	5,8E+05	4,0E+04	6,9E+05	8,3E+04	5,5E+06
7	160S0050	1979	3,8E+04	5,8E+05	4,0E+04	6,9E+05	8,3E+04	5,5E+06
8	160S0070	1979	3,8E+04	5,8E+05	4,0E+04	6,9E+05	8,3E+04	5,5E+06
9	160S0090	1979	2,2E+04	3,4E+05	2,4E+04	4,1E+05	4,9E+04	4,2E+06
10	160S0150	1974	3,2E+04	6,1E+05	3,3E+04	7,0E+05	6,9E+04	6,9E+06
11	160S0170	1974	1,5E+05	2,9E+06	1,6E+05	3,3E+06	3,3E+05	4,7E+07
12	160S0190	1974	2,3E+04	4,4E+05	2,4E+04	5,1E+05	5,1E+04	3,9E+06
13	163S0110	1991	4,2E+04	2,0E+05	4,4E+04	3,3E+05	9,3E+04	8,6E+06
14	163S0130	1988	6,3E+04	4,7E+05	6,7E+04	6,7E+05	1,4E+05	8,4E+06
15	163S0190	1979	3,3E+05	4,8E+06	3,5E+05	5,8E+06	7,4E+05	1,9E+08
16	163S0200	1979	2,6E+05	3,9E+06	2,8E+05	4,7E+06	5,9E+05	1,7E+08
17	163S0210	1979	2,6E+05	3,9E+06	2,8E+05	4,7E+06	5,9E+05	1,7E+08
18	163S0220	1979	2,6E+05	3,9E+06	2,8E+05	4,7E+06	5,9E+05	1,7E+08
19	163S0230	1979	2,6E+05	3,9E+06	2,8E+05	4,7E+06	5,9E+05	1,7E+08

TABELA E.1 - Número equivalente de solicitações do eixo padrão (AASHTO) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	N95	NAC95	N98	NAC98	N02	NAC02
20	163S0300	1978	1,1E+05	1,6E+06	1,1E+05	2,0E+06	2,4E+05	4,0E+07
22	170S0180	1989	3,5E+04	2,3E+05	3,7E+04	3,4E+05	8,0E+04	4,7E+06
23	170S0200	1988	3,5E+04	2,6E+05	3,7E+04	3,7E+05	8,0E+04	4,9E+06
24	170S0205	1988	3,5E+04	2,6E+05	3,7E+04	3,7E+05	8,0E+04	4,9E+06
25	170S0310	1979	9,3E+04	1,4E+06	9,9E+04	1,7E+06	2,1E+05	1,8E+07
26	180S0350	1978	7,8E+04	1,2E+06	8,2E+04	1,5E+06	1,7E+05	2,1E+07
27	180S0370	1978	7,8E+04	1,2E+06	8,2E+04	1,5E+06	1,7E+05	2,1E+07
28	180S0371	1978	7,8E+04	1,2E+06	8,2E+04	1,5E+06	1,7E+05	2,1E+07
29	180S0390	1979	2,7E+05	4,1E+06	2,9E+05	4,9E+06	6,1E+05	2,0E+08
30	180S0410	1976	2,7E+05	4,7E+06	2,9E+05	5,6E+06	6,1E+05	2,2E+08
31	180S0420	1970	2,2E+05	4,7E+06	2,3E+05	5,4E+06	4,8E+05	1,5E+08
32	182S0280	1979	5,8E+03	8,7E+04	6,1E+03	1,0E+05	1,3E+04	3,3E+05
33	182S0290	1979	9,5E+04	1,4E+06	1,0E+05	1,7E+06	2,1E+05	3,4E+07
34	182S0430	1978	7,0E+03	1,1E+05	7,4E+03	1,3E+05	1,6E+04	4,5E+05
35	182S0450	1978	2,8E+05	4,4E+06	3,0E+05	5,3E+06	6,3E+05	1,5E+08
36	182S0470	1977	2,8E+05	4,6E+06	3,0E+05	5,5E+06	6,3E+05	1,5E+08
37	218S0290	1978	1,0E+04	1,6E+05	1,1E+04	1,9E+05	2,2E+04	9,8E+05
38	218S0320	1990	2,8E+05	1,6E+06	3,0E+05	2,5E+06	6,4E+05	1,1E+08
39	272S0270	1976	1,2E+05	2,1E+06	1,2E+05	2,4E+06	2,6E+05	3,7E+07
40	272S0290	1976	1,2E+05	2,1E+06	1,2E+05	2,4E+06	2,6E+05	3,7E+07

TABELA E.1 - Número equivalente de solicitações do eixo padrão (AASHTO) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	N95	NAC95	N98	NAC98	N02	NAC02
41	272S0310	1976	1,2E+05	2,1E+06	1,2E+05	2,4E+06	2,6E+05	3,7E+07
42	280S0090	1978	2,4E+05	3,7E+06	2,5E+05	4,4E+06	5,4E+05	8,3E+07
43	280S0100	1978	1,5E+05	2,3E+06	1,6E+05	2,8E+06	3,3E+05	5,7E+07
44	280S0110	1978	1,5E+05	2,3E+06	1,6E+05	2,8E+06	3,3E+05	5,7E+07
45	280S0120	1978	1,5E+05	2,3E+06	1,6E+05	2,8E+06	3,3E+05	5,7E+07
46	280S0130	1978	1,2E+05	1,9E+06	1,3E+05	2,3E+06	2,7E+05	3,7E+07
47	280S0150	1978	1,2E+05	1,9E+06	1,3E+05	2,3E+06	2,7E+05	3,7E+07
48	280S0170	1978	1,2E+05	1,8E+06	1,2E+05	2,2E+06	2,6E+05	3,6E+07
49	280S0210	1975	1,2E+05	2,1E+06	1,2E+05	2,4E+06	2,6E+05	3,9E+07
50	280S0230	1976	2,5E+05	4,3E+06	2,6E+05	5,1E+06	5,5E+05	1,3E+08
51	281S0270	1978	1,2E+05	1,8E+06	1,2E+05	2,2E+06	2,6E+05	3,6E+07
52	281S0470	1979	4,4E+04	6,5E+05	4,7E+04	7,8E+05	9,9E+04	1,1E+07
53	281S0490	1979	4,4E+04	6,5E+05	4,7E+04	7,8E+05	9,9E+04	1,1E+07
54	317S0410	1982	3,4E+04	4,0E+05	3,7E+04	5,0E+05	8,1E+04	7,9E+06
55	323S0030	1985	4,6E+05	4,7E+06	4,9E+05	6,1E+06	1,0E+06	2,2E+08
56	323S0070	1985	3,7E+05	3,7E+06	3,9E+05	4,8E+06	8,3E+05	2,3E+08
57	323S0170	1988	2,7E+05	2,0E+06	2,8E+05	2,9E+06	5,9E+05	9,2E+07
58	443S0050	1978	5,8E+03	9,3E+04	6,0E+03	1,1E+05	1,3E+04	3,2E+05
59	444D0031	1989	2,6E+05	1,7E+06	2,7E+05	2,5E+06	5,8E+05	1,5E+08
60	444E0031	1989	2,6E+05	1,7E+06	2,7E+05	2,5E+06	5,8E+05	1,5E+08

TABELA E.1 - Número equivalente de solicitações do eixo padrão (AASHTO) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	N95	NAC95	N98	NAC98	N02	NAC02
61	444D0033	1989	2,6E+05	1,7E+06	2,8E+05	2,5E+06	5,9E+05	1,6E+08
62	444E0033	1989	2,6E+05	1,7E+06	2,8E+05	2,5E+06	5,9E+05	1,6E+08
63	445S0010	1972	2,3E+05	4,6E+06	2,5E+05	5,3E+06	5,3E+05	1,8E+08
64	445S0020	1972	2,3E+05	4,6E+06	2,5E+05	5,3E+06	5,3E+05	1,8E+08
65	445S0030	1972	1,3E+05	2,6E+06	1,4E+05	3,0E+06	3,0E+05	9,7E+07
66	445S0050	1972	1,3E+05	2,6E+06	1,4E+05	3,0E+06	3,0E+05	9,7E+07
67	445S0060	1972	1,3E+05	2,6E+06	1,4E+05	3,0E+06	3,0E+05	9,7E+07
68	456S0010	1986	1,2E+05	1,1E+06	1,3E+05	1,5E+06	2,8E+05	3,4E+07
69	456S0030	1986	1,2E+05	1,1E+06	1,3E+05	1,5E+06	2,8E+05	3,4E+07
70	459S0050	1987	3,1E+04	2,6E+05	3,2E+04	3,5E+05	6,8E+04	3,5E+06
71	460S0010	1981	1,5E+05	2,0E+06	1,6E+05	2,5E+06	3,5E+05	4,7E+07
72	462S0030	1981	2,5E+04	3,3E+05	2,6E+04	4,1E+05	5,5E+04	3,4E+06
73	462S0050	1982	2,0E+04	2,6E+05	2,2E+04	3,2E+05	4,6E+04	2,5E+06
74	466S1050	1979	2,0E+05	3,0E+06	2,2E+05	3,7E+06	4,6E+05	9,7E+07
75	466S1100	1979	2,1E+05	3,0E+06	2,2E+05	3,6E+06	4,7E+05	1,1E+08
76	469S0010	1984	3,1E+04	3,3E+05	3,2E+04	4,3E+05	6,8E+04	3,9E+06
77	469S0030	1987	3,1E+04	2,6E+05	3,2E+04	3,5E+05	6,8E+04	3,5E+06
78	483S0010	1977	2,0E+05	3,3E+06	2,1E+05	3,9E+06	4,4E+05	7,9E+07
79	487S0195	1981	1,5E+05	2,0E+06	1,6E+05	2,5E+06	3,5E+05	4,7E+07
80	488S0030	1982	3,5E+04	4,1E+05	3,8E+04	5,2E+05	8,4E+04	8,3E+06

TABELA E.1 - Número equivalente de solicitações do eixo padrão (AASHTO) – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	N95	NAC95	N98	NAC98	N02	NAC02
81	488S0040	1982	3,5E+04	4,1E+05	3,8E+04	5,2E+05	8,4E+04	8,3E+06
82	488S0050	1982	3,4E+04	4,0E+05	3,7E+04	5,0E+05	8,1E+04	7,9E+06
83	509S0030	1978	3,8E+04	5,5E+05	4,1E+04	6,7E+05	9,0E+04	9,5E+06
84	540S0050	1988	6,1E+04	4,5E+05	6,5E+04	6,4E+05	1,4E+05	9,0E+06
85	546S0010	1985	8,8E+03	8,7E+04	9,3E+03	1,1E+05	2,0E+04	6,0E+05
86	566S0020	1987	6,5E+02	5,5E+03	6,9E+02	7,5E+03	1,4E+03	1,5E+04
87	566S0030	1987	7,4E+03	6,2E+04	7,8E+03	8,5E+04	1,6E+04	2,0E+05
88	583S0010	1978	1,0E+04	1,6E+05	1,1E+04	1,9E+05	2,3E+04	1,1E+06

Onde:

ANO: ano de abertura ao tráfego;

N₉₅: número equivalente de solicitações do eixo padrão correspondente ao ano de 1995;

N₉₈: número equivalente de solicitações do eixo padrão correspondente ao ano de 1998;

N₀₂: número equivalente de solicitações do eixo padrão correspondente ao ano de 2002;

NAC₉₅: número equivalente de solicitações do eixo padrão acumulado até 1995;

NAC₉₈: número equivalente de solicitações do eixo padrão acumulado até 1998;

NAC₀₂: número equivalente de solicitações do eixo padrão acumulado até 2002.

ANEXO F

TEMPERATURAS MÍNIMA E MÁXIMA DA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ DO PERÍODO DE 1973 A 2000

PERÍODOS:

1973 - 1995

1996 - 1997

1998 - 1999

2000

TABELA F.1 – Temperatura mínima e máxima – Períodos : 1973 – 1990 e 1991 – 1995

MÊS	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)		TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	
	1973 – 1990	1991 – 1995	1973 – 1990	1991 – 1995
1. JANEIRO	20,5	20,1	32,0	32,5
2. FEVEREIRO	20,3	19,7	32,0	32,0
3. MARÇO	19,1	19,5	31,8	31,0
4. ABRIL	16,8	16,4	29,3	28,5
5. MAIO	13,6	13,7	25,5	25,5
6. JUNHO	11,3	12,5	23,5	24,6
7. JULHO	10,8	10,8	24,2	24,0
8. AGOSTO	12,0	11,8	25,7	26,8
9. SETEMBRO	13,8	15,0	26,8	27,6
10. OUTUBRO	16,4	17,3	29,5	28,9
11. NOVEMBRO	18,3	17,6	31,0	31,0
12. DEZEMBRO	19,7	19,9	31,4	32,0

FIGURA F.1 – Temperaturas mínima e máxima da região oeste do Paraná durante os períodos de 1973 – 1990 e de 1991 - 1995

TABELA F.2 – Temperatura mínima absoluta e máxima absoluta - Períodos : 1973 – 1990 e 1991 – 1995

MÊS	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)		TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	
	1973 – 1990	1991 – 1995	1973 – 1990	1991 – 1995
1. JANEIRO	16,7	15,1	35,9	36,2
2. FEVEREIRO	16,2	15,9	35,6	35,2
3. MARÇO	13,0	14,7	35,3	34,5
4. ABRIL	9,6	6,7	34,1	33,4
5. MAIO	4,0	5,7	31,3	31,4
6. JUNHO	1,2	1,9	29,5	29,9
7. JULHO	1,2	-,02	30,5	31,2
8. AGOSTO	2,1	1,2	32,8	34,5
9. SETEMBRO	5,1	7,6	34,1	35,1
10. OUTUBRO	8,8	9,8	36,0	35,5
11. NOVEMBRO	12,0	10,4	36,0	35,8
12. DEZEMBRO	14,7	14,1	35,8	35,8

FIGURA F.2 – Temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta da região oeste do Paraná durante os períodos de 1996 – 1990 e 1991 – 1995

TABELA F.3 – Temperatura mínima e máxima - Períodos : 1996 e 1997

MÊS	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)		TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	
	1996	1997	1996	1997
1. JANEIRO	21,1	21,2	31,8	31,3
2. FEVEREIRO	20,8	21,0	31,2	31,5
3. MARÇO	19,3	18,0	29,7	31,1
4. ABRIL	17,2	14,0	28,5	29,0
5. MAIO	13,2	12,8	26,0	26,0
6. JUNHO	10,0	12,3	22,3	22,1
7. JULHO	7,5	12,6	23,5	26,1
8. AGOSTO	12,7	12,2	28,1	25,5
9. SETEMBRO	13,4	16,2	27,4	27,6
10. OUTUBRO	17,2	18,4	27,9	29,4
11. NOVEMBRO	19,3	20,3	30,7	30,0
12. DEZEMBRO	19,9	20,7	30,5	32,4

FIGURA F.3 – Temperaturas mínima e máxima da região oeste do Paraná durante os períodos de 1996 e 1997

TABELA F.4 – Temperatura mínima absoluta e máxima absoluta - Períodos : 1973 – 1990 e 1991 – 1995

MÊS	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)		TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	
	1996	1997	1996	1997
1. JANEIRO	18,7	15,3	35,0	35,4
2. FEVEREIRO	17,3	19,3	34,2	35,1
3. MARÇO	11,0	13,6	33,8	34,3
4. ABRIL	5,8	5,6	34,2	33,7
5. MAIO	10,0	2,6	30,6	33,0
6. JUNHO	-1,2	1,2	29,4	30,8
7. JULHO	-0,6	3,8	28,6	29,4
8. AGOSTO	3,0	4,6	34,0	33,6
9. SETEMBRO	4,6	11,2	35,2	35,2
10. OUTUBRO	10,5	10,6	34,2	36,2
11. NOVEMBRO	11,7	17,1	34,3	37,0
12. DEZEMBRO	16,3	15,9	34,6	36,8

FIGURA F.4 – Temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta da região oeste do Paraná durante os períodos de 1996 e 1997.

TABELA F.5 – Temperatura mínima e máxima - Períodos : 1998, 1999 e 2000

MÊS	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)			TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
1. JANEIRO	21,3	20,0	20,8	33,3	31,7	33,3
2. FEVEREIRO	21,3	20,2	19,9	30,9	31,7	31,5
3. MARÇO	20,0	20,7	19,7	30,4	32,0	30,9
4. ABRIL	18,1	15,8	15,9	26,8	28,9	29,6
5. MAIO	12,4	10,5	10,9	24,4	24,6	23,7
6. JUNHO	10,7	10,9	12,7	23,5	22,1	24,1
7. JULHO	12,2	10,9	5,9	25,5	23,8	21,3
8. AGOSTO	14,3	9,0	11,5	24,6	28,2	26,3
9. SETEMBRO	15,4	13,9	14,4	24,7	30,2	26,3
10. OUTUBRO	17,3	16,5	16,9	28,4	30,4	30,8
11. NOVEMBRO	17,8	15,3	17,8	31,0	30,8	30,5
12. DEZEMBRO	18,8	19,0	18,3	30,5	32,6	31,2

FIGURA F.5 – Temperaturas mínima e máxima da região oeste do Paraná durante os períodos de 1998, 1999 e 2000.

TABELA F.6 – Temperatura mínima absoluta e máxima absoluta - Períodos : 1998, 1999 e 2000.

MÊS	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)			TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
1. JANEIRO	17,1	17,9	17,0	36,8	36,0	36,1
2. FEVEREIRO	17,4	15,2	15,2	34,7	35,0	34,8
3. MARÇO	8,4	17,6	15,3	35,0	35,2	34,6
4. ABRIL	9,0	2,0	8,0	34,0	34,1	34,2
5. MAIO	5,8	1,8	0,9	30,2	31,2	29,2
6. JUNHO	3,9	-0,6	3,0	28,5	29,7	30,1
7. JULHO	2,4	2,6	-4,6	31,2	30,5	29,0
8. AGOSTO	3,6	-1,5	5,2	31,6	36,2	34,2
9. SETEMBRO	6,0	6,3	3,4	33,4	35,8	35,0
10. OUTUBRO	12,6	8,9	6,6	34,8	35,8	36,2
11. NOVEMBRO	13,2	9,4	10,1	36,1	36,4	34,2
12. DEZEMBRO	12,8	13,7	9,9	35,6	37,7	35,9

FIGURA F.6 – Temperaturas mínima e máxima da região oeste do Paraná durante os períodos de 1998, 1999 e 2000.

ANEXO G

TABELAS DE VALORES DOS PARÂMETROS IDADE, NÚMERO ESTRUTURAL, DEFLEXÃO, IRI E DE TRÁFEGO

TABELA G.1 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural, deflexão, IRI e do tráfego N das seções de pavimento não reabilitadas e que foram levantadas em 1995

TABELA G.2 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural, deflexão, IRI e do tráfego N das seções de pavimento não reabilitadas e que foram levantadas em 1998

TABELA G.3 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural, deflexão, IRI e do tráfego N das seções de pavimento reabilitadas e que foram levantadas em 1995

TABELA G.4 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural, deflexão, IRI e do tráfego N das seções de pavimento reabilitadas e que foram levantadas em 1998

TABELA G.1 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural, deflexão, IRI e do tráfego N das seções de pavimentos de concreto asfáltico e que foram levantadas em 1995.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	IDADE	SNC	DEF	IRI	N95	Nac95
1	090S0290	01/01/78	31/12/95	18	4,5	71	2,8	3,8E+04	6,1E+05
2	090S0310	01/01/78	31/12/95	18	4,6	65	2,7	3,8E+04	6,1E+05
3	090S0330	01/01/78	31/12/95	18	4,6	64	2,8	3,8E+04	6,1E+05
4	158S0330	01/01/70	31/12/95	26	3,9	64	2,6	5,3E+03	1,2E+05
5	158S0410	01/01/69	31/12/95	27	4,5	61	4,0	1,2E+05	2,6E+06
6	160S0030	01/01/79	31/12/95	17	6,6	53	2,5	3,8E+04	5,8E+05
7	160S0050	01/01/79	31/12/95	17	6,0	59	2,7	3,8E+04	5,8E+05
8	160S0070	01/01/79	31/12/95	17	5,8	59	2,4	3,8E+04	5,8E+05
9	160S0090	01/01/79	31/12/95	17	6,0	72	2,6	2,2E+04	3,4E+05
10	160S0150	01/01/94	31/12/95	2	5,5	38	2,0	3,2E+04	6,1E+05
11	160S0170	01/01/74	31/12/95	22	5,8	61	2,7	1,5E+05	2,9E+06
12	160S0190	01/01/74	31/12/95	22	5,8	65	2,1	2,3E+04	4,4E+05
13	163S0110	01/01/91	31/12/95	5	4,9	58	2,5	4,2E+04	2,0E+05
14	163S0130	01/01/88	31/12/95	8	4,6	54	3,2	6,3E+04	4,7E+05
15	163S0300	01/01/78	31/12/95	18	5,8	53	-	1,1E+05	1,6E+06
16	170S0170	01/01/87	31/12/95	9	6,8	59	3,0	3,5E+04	2,9E+05
17	170S0180	01/01/89	31/12/95	7	7,0	29	2,0	3,5E+04	2,3E+05
18	170S0200	01/01/88	31/12/95	8	6,9	27	2,2	3,5E+04	2,6E+05
19	170S0205	01/01/88	31/12/95	8	6,9	26	2,0	3,5E+04	2,6E+05
20	170S0310	20/03/88	31/12/95	8	5,2	70	3,2	9,3E+04	1,4E+06
21	180S0390	01/01/79	31/12/95	17	6,9	57	3,5	2,7E+05	4,1E+06
22	180S0410	01/01/76	31/12/95	20	6,2	67	3,2	2,7E+05	4,7E+06
23	180S0420	01/01/70	31/12/95	26	3,3	66	4,5	2,2E+05	4,7E+06
24	218S0320	01/01/90	31/12/95	6	7,3	25	2,6	2,8E+05	1,6E+06
25	272S0310	01/01/76	31/12/95	20	5,6	63	-	1,2E+05	2,1E+06
26	280S0210	01/01/75	31/12/95	21	5,4	62	3,8	1,2E+05	2,1E+06

TABELA G.1 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural, deflexão, IRI e do tráfego N das seções de pavimentos de concreto asfáltico e que foram levantadas em 1995 – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	IDADE	SNC	DEF	IRI	N95	Nac95
27	280S0230	01/01/76	31/12/95	20	6,4	65	3,6	2,5E+05	4,3E+06
28	281S0270	01/01/78	31/12/95	18	5,2	68	4,4	1,2E+05	1,8E+06
29	281S0470	01/01/79	31/12/95	17	4,5	79	4,2	4,4E+04	6,5E+05
30	281S0490	01/01/79	31/12/95	17	4,5	55	2,7	4,4E+04	6,5E+05
31	317S0410	01/01/82	31/12/95	14	6,3	42	1,9	3,4E+04	4,0E+05
32	323S0030	01/01/85	31/12/95	11	5,9	52	2,7	4,6E+05	4,7E+06
33	323S0070	01/01/85	31/12/95	11	5,3	69	2,9	3,7E+05	3,7E+06
34	323S0170	01/01/88	31/12/95	8	5,9	40	2,8	2,7E+05	2,0E+06
35	443S0050	01/01/78	31/12/98	21	5,6	2,3	36	5,8E+03	9,3E+04
36	444D0031	01/01/89	31/12/95	7	7,5	55	2,3	2,6E+05	1,7E+06
37	444E0031	01/01/89	31/12/95	7	7,5	55	2,3	2,6E+05	1,7E+06
38	444D0033	01/01/89	31/12/95	7	7,5	56	-	2,6E+05	1,7E+06
39	444E0033	01/01/89	31/12/95	7	6,5	56	-	2,6E+05	1,7E+06
40	445S0010	01/01/78	31/12/95	18	4,6	69	3,3	2,3E+05	4,6E+06
41	445S0020	01/01/72	31/12/95	24	5,1	71	3,8	2,3E+05	4,6E+06
42	445S0030	01/01/72	31/12/95	24	5,1	61	3,4	1,3E+05	2,6E+06
43	445S0050	01/01/72	31/12/95	24	5,0	68	2,9	1,3E+05	2,6E+06
44	445S0060	01/01/72	31/12/95	24	5,0	66	2,8	1,3E+05	2,6E+06
45	456S0010	01/01/88	31/12/95	8	5,4	61	2,4	1,2E+05	1,1E+06
46	456S0030	01/01/86	31/12/95	10	5,5	55	3,4	1,2E+05	1,1E+06
47	459S0050	01/01/87	31/12/95	9	5,2	72	2,0	3,1E+04	2,6E+05
48	460S0010	01/01/81	31/12/95	15	5,8	65	3,1	1,5E+05	2,0E+06
49	462S0030	01/01/81	31/12/95	15	5,5	45	3,4	2,5E+04	3,3E+05
50	462S0050	01/01/82	31/12/95	14	5,7	32	2,2	2,0E+04	2,6E+05
51	469S0010	01/01/84	31/12/95	12	6,0	59	2,1	3,1E+04	3,3E+05
52	469S0030	01/01/87	31/12/95	9	5,7	61	1,9	3,1E+04	2,6E+05
53	483S0010	01/01/77	31/12/95	19	4,1	76	2,8	2,0E+05	3,3E+06

TABELA G.1 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural, deflexão, IRI e do tráfego N das seções de pavimentos de concreto asfáltico e que foram levantadas em 1995 – continuação.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	IDADE	SNC	DEF	IRI	N95	Nac95
54	487S0195	01/01/81	31/12/95	15	5,7	55	3,4	1,5E+05	2,0E+06
55	488S0030	01/01/82	31/12/95	14	5,2	53	2,5	3,5E+04	4,1E+05
56	488S0040	01/01/82	31/12/95	14	5,2	56	2,5	3,5E+04	4,1E+05
57	488S0050	01/01/82	31/12/95	14	5,2	59	3,0	3,4E+04	4,0E+05
58	540S0050	01/01/78	31/12/95	18	5,6	98	-	6,1E+04	4,5E+05
59	546S0010	01/01/85	31/12/95	11	5,9	65	1,9	8,8E+03	8,7E+04
60	566S0020	01/01/88	31/12/95	8	5,2	42	2,1	6,5E+02	5,5E+03
61	583S0010	01/01/78	31/12/95	18	3,5	63	3,4	1,0E+04	1,6E+05

TABELA G.2 – Valores dos parâmetros número estrutural corrigido, deflexões, IRI e do tráfego N das seções de pavimentos não reabilitadas de concreto asfáltico e que foram levantadas em 1998.

TRÁFEGO
ANUAL
DE 98

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	IDADE	SNC	DEF	IRI	N98	Nac98
1 ✓	090S0290	01/01/78	31/12/98	21	4,4	71	2,8	4,00E+04	7,3E+05
2 ✓	090S0310	01/01/78	31/12/98	21	4,5	65	2,8	4,00E+04	7,3E+05
3 ✓	090S0330	01/01/78	31/12/98	21	4,5	64	2,8	4,00E+04	7,3E+05
4	158S0330	01/01/70	31/12/98	29	3,8	64	2,8	5,50E+03	1,3E+05
5 ✓	158S0410	01/01/69	31/12/95	27	4,5	61	4,0	4,5E+05	3,0E+06
6 ✓	160S0030	01/01/79	31/12/98	20	6,4	53	3,4	4,00E+04	6,9E+05
7 ✓	160S0050	01/01/79	31/12/98	20	5,8	59	3,4	4,00E+04	6,9E+05
8 ✓	160S0070	01/01/79	31/12/98	20	5,6	59	2,9	4,00E+04	6,9E+05
9 ✓	160S0090	01/01/79	31/12/98	20	5,8	72	3,2	2,40E+04	4,1E+05
10 ✓	160S0150	01/01/94	31/12/98	5	5,5	53	2,3	3,30E+04	7,0E+05
11	160S0170	01/01/74	31/12/98	25	5,7	61	2,7	1,60E+05	3,3E+06
12	160S0190	01/01/74	31/12/98	25	5,7	65	2,2	2,40E+04	5,1E+05
13	163S0110	01/01/91	31/12/98	8	4,8	58	2,7	4,40E+04	3,3E+05
14 ✓	163S0130	01/01/88	31/12/98	11	4,5	54	3,2	6,70E+04	6,7E+05
15	163S0300	01/01/78	31/12/98	21	5,5	53	2,6	1,10E+05	2,0E+06
16	170S0170	01/01/87	31/12/98	12	6,7	59	3,0	3,70E+04	4,0E+05
17	170S0180	01/01/89	31/12/98	10	7,0	29	2,0	3,70E+04	3,4E+05
18 ✓	170S0200	01/01/88	31/12/98	11	6,9	27	2,4	3,70E+04	3,7E+05
19 ✓	170S0205	01/01/88	31/12/98	11	6,9	26	2,3	3,70E+04	3,7E+05
20 ✓	170S0310	01/01/88	31/12/98	11	5,0	50	3,2	9,90E+04	1,7E+06
21	180S0410	01/01/76	31/12/98	23	6,2	67	3,4	2,90E+05	5,6E+06
22 ✓	180S0420	01/01/70	31/12/98	29	3,2	66	4,5	2,30E+05	5,4E+06
23	272S0310	01/01/76	31/12/98	23	5,5	63	3,0	1,20E+05	2,4E+06
24 ✓	280S0230	01/01/76	31/12/98	23	6,3	65	3,6	2,60E+05	5,1E+06
25	281S0270	01/01/78	31/12/98	21	5,0	68	4,4	1,20E+05	2,2E+06
26	281S0470	01/01/79	31/12/98	20	4,3	79	4,0	4,70E+04	7,8E+05

TABELA G.2 – Valores dos parâmetros número estrutural corrigido, deflexões, IRI e do tráfego N das seções de pavimentos não reabilitadas de concreto asfáltico e que foram levantadas em 1998.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	IDADE	SNC	DEF	IRI	N98	Nac98
- 27 ✓	281S0490	01/01/79	31/12/98	20	4,3	55	2,7	4,70E+04	7,8E+05
28	317S0410	01/01/82	31/12/98	17	6,1	42	2,1	3,70E+04	5,0E+05
29	323S0030	01/01/85	31/12/98	14	5,8	52	2,9	4,90E+05	6,1E+06
30	323S0070	01/01/85	31/12/98	14	5,2	69	2,9	3,90E+05	4,8E+06
- 31 ✓	323S0170	01/01/88	31/12/98	11	5,9	56	2,6	2,80E+05	2,9E+06
- 32 ✓	443S0050	01/01/78	31/12/98	21	5,1	55	2,3	6,00E+03	1,1E+05
- 33 ✓	444D0031	01/01/89	31/12/98	10	7,4	55	2,4	2,70E+05	2,5E+06
34	444E0031	01/01/89	31/12/98	10	7,4	55	2,4	2,70E+05	2,5E+06
35	444D0033	01/01/89	31/12/98	10	7,4	56	2,4	2,80E+05	2,5E+06
36	444E0033	01/01/89	31/12/98	10	6,4	56	2,4	2,80E+05	2,5E+06
37	456S0010	01/01/86	31/12/98	13	5,3	61	2,4	1,30E+05	1,5E+06
38	456S0030	01/01/86	31/12/98	13	5,6	55	3,8	1,30E+05	1,5E+06
39	459S0050	01/01/87	31/12/98	12	5,6	72	2,4	3,20E+04	3,5E+05
- 40 ✓	460S0010	01/01/81	31/12/98	18	5,6	66	3,1	1,60E+05	2,5E+06
41	462S0030	01/01/81	31/12/98	18	5,2	45	3,5	2,60E+04	4,1E+05
- 42 ✓	462S0050	01/01/82	31/12/98	17	5,6	32	2,4	2,20E+04	3,2E+05
- 43 ✓	469S0010	01/01/84	31/12/98	15	5,9	59	2,5	3,20E+04	4,3E+05
44	469S0030	01/01/87	31/12/98	12	5,6	61	2,0	3,20E+04	3,5E+05
- 45 ✓	487S0195	01/01/81	31/12/98	18	5,6	55	3,5	1,60E+05	2,5E+06
- 46 ✓	488S0030	01/01/82	31/12/98	17	5,1	53	2,6	3,80E+04	5,2E+05
- 47 ✓	488S0040	01/01/82	31/12/98	17	5,1	-	2,7	3,80E+04	5,2E+05
- 48 ✓	488S0050	01/01/82	31/12/98	17	5,1	59	3,0	3,70E+04	5,0E+05
49	540S0050	01/01/78	31/12/98	21	5,6	92	-	6,50E+04	6,4E+05
50	546S0010	01/01/85	31/12/98	14	5,8	65	2,5	9,30E+03	1,1E+05
51	566S0020	01/01/87	31/12/98	12	5,2	42	2,4	6,90E+02	7,5E+03
52	583S0010	01/01/78	31/12/98	21	3,5	53	3,6	1,10E+04	1,9E+05

TABELA G.3 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural corrigido, deflexões, IRI e do tráfego N das seções de pavimento de concreto asfáltico, reabilitadas até 1995, e que foram levantadas em 1995.

ORDEM	SEÇÃO	ANO	INTER	AVALIAÇÃO	REAB	SNC	DEFL	IRI	N95
1	082S0270	01/01/78	01/01/87	31/12/95	9	5,6	51	2,5	2,5E+04
2	163S0190	01/01/79	01/01/91	31/12/95	5	6,7	49	-	3,3E+05
3	163S0200	01/01/79	01/01/91	31/12/95	5	6,7	42	2,5	2,6E+05
4	163S0210	01/01/79	01/01/91	31/12/95	5	6,7	51	2,6	2,6E+05
5	163S0220	01/01/79	01/01/91	31/12/95	5	7,5	54	2,7	2,6E+05
6	163S0230	01/01/79	01/01/94	31/12/95	2	7,4	52	3	2,6E+05
7	180S0350	01/01/78	01/01/88	31/12/95	8	8,5	44	2	7,8E+04
8	180S0370	01/01/78	01/01/90	31/12/95	6	8,5	35	2,1	7,8E+04
9	180S0371	01/01/78	01/01/90	31/12/95	6	8,5	39	1,8	7,8E+04
10	182S0280	01/01/79	01/01/86	31/12/95	10	6,9	47	2,3	5,8E+03
11	182S0290	01/01/79	01/01/94	31/12/95	2	7,3	49	2	9,5E+04
12	182S0430	01/01/78	01/01/87	31/12/95	2	8,8	46	2,6	2,8E+05
13	182S0450	01/01/78	01/01/94	31/12/95	2	8,5	46	2,1	2,8E+05
14	182S0470	01/01/77	01/01/94	31/12/95	2	9,0	42	2,2	2,8E+05
15	280S0090	01/01/78	01/01/87	31/12/95	9	7,8	58	2,8	2,4E+05
16	280S0100	01/01/78	01/01/89	31/12/95	7	7,8	52	2,9	1,5E+05
17	280S0110	01/01/78	01/01/89	31/12/95	7	7,8	54	3	1,5E+05
18	280S0120	01/01/78	01/01/89	31/12/95	7	8,0	53	2,7	1,5E+05
19	280S0130	01/01/78	01/01/89	31/12/95	7	8,0	51	2,5	1,2E+05
20	280S0150	01/01/78	01/01/89	31/12/95	7	8,0	48	2,1	1,2E+05
21	280S0170	01/01/78	01/01/89	31/12/95	7	8,0	39	2,2	1,2E+05
22	466S1050	01/01/78	01/01/94	31/12/95	2	7,7	51	2	2,1E+05
23	466S1000	01/01/78	01/01/94	31/12/95	2	8,2	53	2,3	2,0E+05
24	509S0030	01/01/78	01/01/86	31/12/95	0	8,3	43	2,3	4,10E+04

TABELA G.4 – Valores dos parâmetros idade, número estrutural corrigido, IRI, deflexões das seções de pavimentos reabilitadas e que foram levantadas em 1998

ORDEM	SEÇÃO	ANO	AVALIAÇÃO	REABILITAÇÃO	SNC	IRI	DEFL	N98
1	082S0270	01/01/78	31/12/98	12	5,3	3	53,0	2,7E+04
2	163S0190	01/01/79	31/12/98	8	6,1	2,3	39	3,50E+05
3	163S0200	01/01/79	31/12/98	8	6,1	2,5	42	2,80E+05
4	163S0210	01/01/79	31/12/98	8	6,1	2,5	51	2,80E+05
5	163S0220	01/01/79	31/12/98	5	6,7	2,5	54	2,80E+05
6	163S0230	01/01/79	31/12/98	5	6,7	2,4	62	2,80E+05
7	180S0350	01/01/78	31/12/98	11	7,6	2,2	44	8,20E+04
8	180S0370	01/01/78	31/12/98	11	7,6	2,4	49	8,20E+04
9	180S0371	01/01/78	31/12/98	11	7,6	2,3	39	8,20E+04
10	180S0390	01/01/79	31/12/98	2	8,6	3,5	57	2,90E+05
11	182S0280	01/01/79	31/12/98	5	6,2	2,5	45	6,10E+03
12	182S0290	01/01/79	31/12/98	5	6,7	2,1	50	1,00E+05
13	182S0430	01/01/78	31/12/98	5	7,9	2,2	57	7,40E+03
14	182S0450	01/01/78	31/12/98	5	7,7	2	46	3,00E+05
15	182S0470	01/01/77	31/12/98	5	8,2	2	42	3,00E+05
16	280S0090	01/01/78	31/12/98	12	7,1	2	43	2,50E+05
17	280S0100	01/01/78	31/12/98	10	7,2	2	52	1,60E+05
18	280S0110	01/01/78	31/12/98	10	7,2	2	54	1,60E+05
19	280S0120	01/01/78	31/12/98	10	7,2	2,2	53	1,60E+05
20	280S0130	01/01/78	31/12/98	9	7,3	2,1	51	1,30E+05
21	280S0150	01/01/78	31/12/98	9	7,3	2,4	48	1,30E+05
22	280S0170	01/01/78	31/12/98	9	7,3	2,3	36	1,20E+05
23	466S1050	01/01/79	31/12/98	5	5,6	2,1	51,0	2,2E+05
24	466S1000	01/01/79	31/12/98	5	5,7	2,2	55,0	2,2E+05
25	509S0030	01/01/78	31/12/98	3	6,5	2,8	43	4,10E+04

ANEXO II

MATRIZES DE PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO E VETORES ESTADO

MATRIZES DE PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO

SEÇÃO

163S0110		566S0020		488S0030		488S0050		90S0290		90S0310		90S0330		160S0150		170S0180		170S02000		170S0170		462S0030	
p	q	p	q	p	q	p	q	p	q	p	q	p	q	p	q	p	q	P	q	p	q	p	Q
0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,3	0,8	0,2	0,9	0,1	0,9	0,1	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,9	0,1	0,8	0,2	0,8	0,2
0,3	0,7	0,3	0,7	0,6	0,4	0,7	0,3	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,7	0,3	0,7	0,3
0,3	0,7	0,3	0,7	0,4	0,6	0,7	0,3	0,8	0,2	0,7	0,3	0,8	0,2	0,7	0,3	0,4	0,6	0,8	0,2	0,6	0,4	0,6	0,4
0,3	0,7	0,3	0,7	0,4	0,6	0,6	0,4	0,7	0,3	0,7	0,3	0,8	0,2	0,7	0,3	0,4	0,6	0,8	0,2	0,5	0,5	0,6	0,4
0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4	0,7	0,3	0,6	0,4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5
0,2	0,8	0,2	0,8	0,3	0,7	0,4	0,6	0,7	0,3	0,6	0,4	0,7	0,3	0,6	0,4	0,2	0,8	0,7	0,3	0,4	0,6	0,4	0,6
0,2	0,8	0,2	0,8	0,3	0,7	0,4	0,6	0,7	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,2	0,8	0,7	0,3	0,2	0,8	0,4	0,6
0,1	0,9	0,1	0,9	0,3	0,7	0,4	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4	0,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0,8	0,2	0,8
0,1	0,9	0,1	0,9	0,2	0,8	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,3	0,7	0,6	0,4	0	1	0,2	0,8
0,1	0,9	0,1	0,9	0	1	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,7	0,6	0,4	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0,3	0,7	0,6	0,4	0,2	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,7	0,6	0,4	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0,2	0,8	0,4	0,6	0,2	0,8	0,3	0,7	0,4	0,6	0,2	0,8	0,4	0,6	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0,2	0,8	0,1	0,9	0	1	0	1	0,4	0,6	0,2	0,8	0,1	0,9	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0	1	0	1	0,2	0,8	0	1	0,1	0,9	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0	1	0	1	0,1	0,9	0	1	0,1	0,9	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0	1	0	1	0,1	0,9	0	1	0,1	0,9	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0,1	0,9	0	1	0	1	0	1	0,1	0,9	0	1	0	1	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0,0	1,0	0,0	1,0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

MATRIZES DE PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO – CONTINUAÇÃO

SEÇÃO

462S0050 160S0050 160S0070 443S0050 163S0130 456S0010 456S0030 323S0070 445S0020 445S0050 323S0170 444D0031

[illegible]

MATRIZES DE PROBABILIDADES DE TRANSIÇÃO - CONTINUAÇÃO

SEÇÃO

444S0033		460S0010		487S0195		160S0170	
p	q	p	Q	p	q	P	Q
0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2
0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,4	0,8	0,2
0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,4	0,6	0,4
0,8	0,2	0,8	0,2	0,7	0,3	0,5	0,5
0,8	0,2	0,8	0,2	0,3	0,7	0,5	0,5
0,8	0,2	0,8	0,2	0,2	0,8	0,5	0,5
0,8	0,2	0,8	0,2	0,4	0,6	0,3	0,7
0,8	0,2	0,8	0,2	0,2	0,8	0,3	0,7
0,8	0,2	0,8	0,2	0,4	0,6	0,2	0,8
0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,4	0,2	0,8
0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,4	0,2	0,8
0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,4	0,2	0,8
0,8	0,2	0,8	0,2	0,6	0,4	0,2	0,8
0,7	0,3	0,7	0,3	0,4	0,6	0,2	0,8
0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,2	0,8
0,2	0,8	0,2	0,8	0	1	0,1	0,9
0	1	0	1	0	1	0,1	0,9
0	1	0	1	0	1	0,1	0,9
0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1

Vetores Estado da Seção 163S0110

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,45 \ 0,48 \ 0,07 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,23 \ 0,37 \ 0,36 \ 0,05 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,11 \ 0,22 \ 0,37 \ 0,26 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,06 \ 0,12 \ 0,27 \ 0,34 \ 0,20 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,03 \ 0,07 \ 0,17 \ 0,29 \ 0,29 \ 0,14 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,01 \ 0,03 \ 0,10 \ 0,20 \ 0,29 \ 0,23 \ 0,12 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,13 \ 0,23 \ 0,25 \ 0,21 \ 0,10 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,00 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,07 \ 0,16 \ 0,21 \ 0,24 \ 0,19 \ 0,08 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,04 \ 0,10 \ 0,15 \ 0,22 \ 0,23 \ 0,17 \ 0,06 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,06 \ 0,10 \ 0,16 \ 0,19 \ 0,21 \ 0,16 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,06 \ 0,11 \ 0,15 \ 0,19 \ 0,20 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,11 \ 0,16 \ 0,20 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,11 \ 0,16 \ 0,18 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,12 \ 0,14 \ 0,18 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,14 \ 0,18 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,14 \ 0,18 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,14 \ 0,18 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,14 \ 0,18 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,01)$
 $p(19) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,14 \ 0,18 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,08)$
 $p(20) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,14 \ 0,18 \ 0,18 \ 0,23)$

Vetores Estado da Seção 566S0020

$p(1) =$	(0,63; 0,34; 0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(2) =$	(0,44 0,39 0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(3) =$	(0,31 0,36 0,21	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(4) =$	(0,22 0,31 0,23	0,17	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(5) =$	(0,15 0,25 0,22	0,21	0,12	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(6) =$	(0,11 0,20 0,19	0,21	0,16	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(7) =$	(0,07 0,15 0,15	0,20	0,18	0,14	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(8) =$	(0,05 0,11 0,12	0,17	0,17	0,17	0,12	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(9) =$	(0,04 0,08 0,09	0,14	0,15	0,17	0,15	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(10) =$	(0,03 0,06 0,07	0,11	0,13	0,16	0,16	0,14	0,08	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(11) =$	(0,02 0,04 0,05	0,09	0,11	0,14	0,16	0,16	0,11	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(12) =$	(0,01 0,03 0,04	0,07	0,08	0,12	0,15	0,16	0,13	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(13) =$	(0,01 0,02 0,03	0,05	0,07	0,09	0,13	0,15	0,14	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(14) =$	(0,01 0,02 0,02	0,04	0,05	0,07	0,10	0,13	0,13	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(15) =$	(0,00 0,01 0,01	0,03	0,04	0,06	0,08	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(16) =$	(0,00 0,01 0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(17) =$	(0,00 0,01 0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(18) =$	(0,00 0,00 0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00)
$P(19) =$	(0,00 0,00 0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00)
$P(20) =$	(0,00 0,00 0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00)
$P(21) =$	(0,00 0,00 0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02)
$P(22) =$	(0,00 0,00 0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04)
$P(23) =$	(0,00 0,00 0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,11	0,09	0,07	0,04)
$P(24) =$	(0,00 0,00 0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,09	0,07	0,04)
$P(25) =$	(0,00 0,00 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,09	0,07	0,04)

Vetores Estado da Secão 488S0030

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,72 \ 0,25 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,58 \ 0,32 \ 0,10 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,46 \ 0,34 \ 0,16 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,37 \ 0,33 \ 0,22 \ 0,07 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,29 \ 0,30 \ 0,25 \ 0,11 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,24 \ 0,27 \ 0,27 \ 0,14 \ 0,06 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,19 \ 0,24 \ 0,27 \ 0,16 \ 0,09 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,15 \ 0,20 \ 0,26 \ 0,18 \ 0,11 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,12 \ 0,17 \ 0,24 \ 0,18 \ 0,13 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,10 \ 0,15 \ 0,22 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,08 \ 0,12 \ 0,20 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,06 \ 0,10 \ 0,18 \ 0,17 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,05 \ 0,08 \ 0,15 \ 0,15 \ 0,14 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,04 \ 0,07 \ 0,13 \ 0,14 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,03 \ 0,06 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,03 \ 0,05 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,02 \ 0,04 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,02 \ 0,03 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,01 \ 0,02 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(20) = (0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(21) = (0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,12 \ 0,13 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00)$
 $p(22) = (0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01)$
 $p(23) = (0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02)$
 $p(24) = (0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,03)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,06)$
 $p(30) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,28)$

Vetores Estado da Secção 488S0050

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,72 \ 0,25 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,58 \ 0,32 \ 0,10 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,46 \ 0,34 \ 0,16 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,37 \ 0,33 \ 0,22 \ 0,07 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,29 \ 0,30 \ 0,25 \ 0,11 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,24 \ 0,27 \ 0,27 \ 0,14 \ 0,06 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,19 \ 0,24 \ 0,27 \ 0,16 \ 0,09 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,15 \ 0,20 \ 0,26 \ 0,18 \ 0,11 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,12 \ 0,17 \ 0,24 \ 0,18 \ 0,13 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,10 \ 0,15 \ 0,22 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,08 \ 0,12 \ 0,20 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,06 \ 0,10 \ 0,18 \ 0,17 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,05 \ 0,08 \ 0,15 \ 0,15 \ 0,14 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,04 \ 0,07 \ 0,13 \ 0,14 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,03 \ 0,06 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,03 \ 0,05 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,02 \ 0,04 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,02 \ 0,03 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,01 \ 0,02 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(20) = (0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(21) = (0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,12 \ 0,13 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00)$
 $p(22) = (0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01)$
 $p(23) = (0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02)$
 $p(24) = (0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,03)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,06)$
 $p(30) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,28)$

Vetores Estado da Seção 90S0290

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,81 \ 0,17 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,73 \ 0,22 \ 0,05 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,66 \ 0,25 \ 0,08 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,53 \ 0,27 \ 0,15 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,43 \ 0,26 \ 0,15 \ 0,10 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,35 \ 0,24 \ 0,16 \ 0,13 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,31 \ 0,23 \ 0,16 \ 0,14 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,25 \ 0,20 \ 0,15 \ 0,15 \ 0,10 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,21 \ 0,17 \ 0,14 \ 0,15 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,19 \ 0,16 \ 0,13 \ 0,15 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,15 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,12 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(20) = (0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(21) = (0,10 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00)$
 $p(22) = (0,09 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01)$
 $p(23) = (0,08 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01)$
 $p(24) = (0,07 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,01)$
 $p(25) = (0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02)$
 $p(26) = (0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02)$
 $p(27) = (0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,02)$
 $p(28) = (0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03)$
 $p(29) = (0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03)$
 $p(30) = (0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03)$

Vetores Estado da Seção 90S0310

$p(0) =$	(	0,90	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(1) =$	(	0,72	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(2) =$	(	0,58	0,35	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(3) =$	(	0,46	0,40	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(5) =$	(	0,29	0,40	0,19	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(7) =$	(	0,19	0,35	0,23	0,15	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(9) =$	(	0,12	0,29	0,22	0,19	0,10	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(10) =$	(	0,10	0,25	0,21	0,20	0,12	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(12) =$	(	0,06	0,19	0,18	0,20	0,17	0,09	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(14) =$	(	0,04	0,14	0,15	0,19	0,18	0,12	0,08	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(15) =$	(	0,03	0,12	0,13	0,18	0,19	0,13	0,10	0,06	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(17) =$	(	0,02	0,09	0,10	0,15	0,18	0,13	0,12	0,09	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(18) =$	(	0,02	0,07	0,09	0,14	0,17	0,13	0,12	0,10	0,08	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(19) =$	(	0,01	0,06	0,08	0,12	0,16	0,13	0,13	0,11	0,10	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(20) =$	(	0,01	0,05	0,07	0,11	0,15	0,13	0,13	0,12	0,11	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(21) =$	(	0,01	0,04	0,06	0,10	0,14	0,12	0,13	0,12	0,13	0,07	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(22) =$	(	0,01	0,04	0,05	0,08	0,12	0,11	0,13	0,12	0,14	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(23) =$	(	0,01	0,03	0,04	0,07	0,11	0,11	0,12	0,12	0,15	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(24) =$	(	0,00	0,03	0,04	0,06	0,10	0,10	0,11	0,12	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(25) =$	(	0,00	0,02	0,03	0,06	0,08	0,10	0,10	0,12	0,05	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	)
$p(26) =$	(	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,09	0,11	0,05	0,05	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	)
$p(27) =$	(	0,00	0,01	0,03	0,05	0,06	0,09	0,08	0,10	0,04	0,05	0,05	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	)
$p(28) =$	(	0,00	0,01	0,03	0,05	0,05	0,08	0,07	0,09	0,04	0,04	0,05	0,05	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	)
$p(29) =$	(	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,07	0,07	0,09	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,01	)
$p(30) =$	(	0,00	0,01	0,02	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	)

Vetores Estado da Seção 290S0330

$p(0) =$	(	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(1) =$	(	0,72	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(2) =$	(	0,58	0,35	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(3) =$	(	0,46	0,40	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(5) =$	(	0,29	0,40	0,19	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(7) =$	(	0,19	0,35	0,23	0,15	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(9) =$	(	0,12	0,29	0,22	0,19	0,10	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(10) =$	(	0,10	0,25	0,21	0,20	0,12	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(12) =$	(	0,06	0,19	0,18	0,20	0,17	0,09	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(14) =$	(	0,04	0,14	0,15	0,19	0,18	0,12	0,08	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(15) =$	(	0,03	0,12	0,13	0,18	0,19	0,13	0,10	0,06	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(17) =$	(	0,02	0,09	0,10	0,15	0,18	0,13	0,12	0,09	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(18) =$	(	0,02	0,07	0,09	0,14	0,17	0,13	0,12	0,10	0,06	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(19) =$	(	0,01	0,06	0,08	0,12	0,16	0,13	0,13	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(20) =$	(	0,01	0,05	0,07	0,11	0,15	0,13	0,13	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(21) =$	(	0,01	0,04	0,06	0,10	0,14	0,12	0,13	0,12	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	)
$p(22) =$	(	0,01	0,04	0,05	0,08	0,12	0,11	0,13	0,12	0,09	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	)
$p(23) =$	(	0,01	0,03	0,04	0,07	0,11	0,11	0,12	0,12	0,10	0,07	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	)
$p(24) =$	(	0,00	0,03	0,04	0,06	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	)
$p(25) =$	(	0,00	0,02	0,03	0,06	0,09	0,09	0,11	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	)
$p(26) =$	(	0,00	0,02	0,03	0,05	0,08	0,08	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	)
$p(27) =$	(	0,00	0,01	0,02	0,04	0,07	0,07	0,09	0,11	0,09	0,08	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	)
$p(28) =$	(	0,00	0,01	0,02	0,04	0,06	0,06	0,08	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	)
$p(29) =$	(	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	)
$p(30) =$	(	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05	0,05	0,07	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	)

Vetores Estado da Secão 160S0150

$p(0) = ($	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(1) = ($	0,72	0,22	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(2) = ($	0,58	0,23	0,16	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(3) = ($	0,46	0,21	0,20	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(4) = ($	0,37	0,18	0,21	0,16	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(5) = ($	0,29	0,14	0,19	0,19	0,13	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(6) = ($	0,24	0,12	0,16	0,19	0,16	0,09	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(7) = ($	0,19	0,09	0,13	0,17	0,18	0,12	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(8) = ($	0,15	0,08	0,11	0,15	0,17	0,13	0,11	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(9) = ($	0,12	0,06	0,09	0,13	0,16	0,13	0,13	0,10	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(10) = ($	0,10	0,05	0,07	0,10	0,14	0,12	0,13	0,12	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(11) = ($	0,08	0,04	0,06	0,08	0,12	0,11	0,12	0,13	0,13	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(12) = ($	0,06	0,03	0,05	0,07	0,10	0,09	0,11	0,12	0,14	0,11	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(13) = ($	0,05	0,02	0,04	0,06	0,08	0,08	0,10	0,11	0,14	0,13	0,10	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(14) = ($	0,04	0,02	0,03	0,04	0,07	0,06	0,08	0,10	0,13	0,14	0,12	0,08	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(15) = ($	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,07	0,08	0,12	0,14	0,13	0,10	0,08	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(16) = ($	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,10	0,12	0,13	0,11	0,10	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(17) = ($	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,09	0,11	0,13	0,12	0,11	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00)
$P(18) = ($	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09	0,12	0,11	0,12	0,09	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00)
$P(19) = ($	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,10	0,11	0,09	0,09	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00)
$P(20) = ($	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,09	0,11	0,09	0,09	0,09	0,08	0,06	0,04	0,03	0,01)

Vetores Estado da Seção 170S0180

$p(0) =$	(	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(1) =$	(	0,81	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(2) =$	(	0,73	0,22	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(3) =$	(	0,66	0,25	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(4) =$	(	0,59	0,26	0,12	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(5) =$	(	0,53	0,27	0,15	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(6) =$	(	0,48	0,37	0,10	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(7) =$	(	0,43	0,26	0,19	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(8) =$	(	0,39	0,25	0,20	0,11	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(9) =$	(	0,35	0,24	0,21	0,13	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(10) =$	(	0,31	0,23	0,22	0,14	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(11) =$	(	0,28	0,21	0,22	0,16	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(12) =$	(	0,25	0,20	0,22	0,17	0,08	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(13) =$	(	0,23	0,18	0,22	0,18	0,09	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(14) =$	(	0,00	0,20	0,40	0,10	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(15) =$	(	0,00	0,20	0,32	0,08	0,10	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(16) =$	(	0,00	0,20	0,17	0,07	0,11	0,15	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(17) =$	(	0,00	0,20	0,12	0,05	0,07	0,11	0,15	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(18) =$	(	0,00	0,20	0,08	0,04	0,05	0,07	0,11	0,15	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(19) =$	(	0,00	0,20	0,06	0,03	0,04	0,05	0,07	0,11	0,15	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(20) =$	(	0,00	0,20	0,04	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,11	0,15	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)	
$p(25) =$	(	0,00	0,20	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,11	0,15	0,30	0,00	0,00	0,00	)	
$p(30) =$	(	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,26	)

Vetor Estado da Seção 170S0200

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,72 \ 0,26 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,58 \ 0,35 \ 0,07 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,46 \ 0,40 \ 0,12 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,37 \ 0,41 \ 0,18 \ 0,04 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,29 \ 0,40 \ 0,23 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,24 \ 0,38 \ 0,26 \ 0,10 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,19 \ 0,35 \ 0,28 \ 0,13 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,15 \ 0,32 \ 0,30 \ 0,16 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,12 \ 0,29 \ 0,30 \ 0,19 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,10 \ 0,25 \ 0,30 \ 0,21 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,08 \ 0,22 \ 0,29 \ 0,23 \ 0,10 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,06 \ 0,19 \ 0,28 \ 0,24 \ 0,12 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,00 \ 0,05 \ 0,29 \ 0,26 \ 0,34 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,00 \ 0,03 \ 0,26 \ 0,16 \ 0,37 \ 0,17 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,00 \ 0,01 \ 0,22 \ 0,12 \ 0,32 \ 0,27 \ 0,05 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,00 \ 0,01 \ 0,18 \ 0,09 \ 0,26 \ 0,32 \ 0,09 \ 0,05 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,00 \ 0,00 \ 0,15 \ 0,07 \ 0,21 \ 0,33 \ 0,11 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,00 \ 0,00 \ 0,12 \ 0,06 \ 0,17 \ 0,31 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,00 \ 0,00 \ 0,10 \ 0,05 \ 0,14 \ 0,29 \ 0,12 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(20) = (0,00 \ 0,00 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,11 \ 0,26 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,00 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,04 \ 0,12 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,03)$
 $p(30) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,24)$

Vetores Estado da Seção 170S0170

$p(0) =$	(	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(1) =$	(	0,72	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(2) =$	(	0,58	0,35	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(3) =$	(	0,46	0,40	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(4) =$	(	0,37	0,41	0,18	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(5) =$	(	0,29	0,40	0,23	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(6) =$	(	0,24	0,38	0,26	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(7) =$	(	0,19	0,35	0,28	0,13	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(8) =$	(	0,15	0,32	0,30	0,16	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(9) =$	(	0,12	0,29	0,30	0,19	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(10) =$	(	0,10	0,25	0,30	0,21	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(11) =$	(	0,08	0,22	0,29	0,23	0,10	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(12) =$	(	0,06	0,19	0,28	0,24	0,12	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(13) =$	(	0,00	0,05	0,29	0,26	0,34	0,04	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(14) =$	(	0,00	0,03	0,26	0,16	0,37	0,17	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(15) =$	(	0,00	0,01	0,22	0,12	0,32	0,27	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(16) =$	(	0,00	0,01	0,18	0,09	0,26	0,32	0,09	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(17) =$	(	0,00	0,00	0,15	0,07	0,21	0,33	0,11	0,08	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(18) =$	(	0,00	0,00	0,12	0,06	0,17	0,31	0,12	0,11	0,07	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(19) =$	(	0,00	0,00	0,10	0,05	0,14	0,29	0,12	0,12	0,09	0,07	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(20) =$	(	0,00	0,00	0,08	0,04	0,11	0,26	0,11	0,12	0,09	0,09	0,07	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(25) =$	(	0,00	0,00	0,03	0,01	0,04	0,12	0,05	0,07	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,07	0,04	0,01	0,01	0,03	)
$p(30) =$	(	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,24	)

Vetores Estado da Secção 462S0030

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,72 \ 0,26 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,58 \ 0,35 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,46 \ 0,40 \ 0,12 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,37 \ 0,33 \ 0,22 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,29 \ 0,40 \ 0,19 \ 0,08 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,24 \ 0,38 \ 0,22 \ 0,12 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,19 \ 0,35 \ 0,23 \ 0,15 \ 0,06 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,15 \ 0,32 \ 0,23 \ 0,17 \ 0,09 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,12 \ 0,29 \ 0,22 \ 0,19 \ 0,11 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,10 \ 0,25 \ 0,21 \ 0,20 \ 0,14 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,08 \ 0,22 \ 0,20 \ 0,20 \ 0,16 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,06 \ 0,19 \ 0,18 \ 0,20 \ 0,17 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,05 \ 0,17 \ 0,17 \ 0,20 \ 0,18 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,04 \ 0,14 \ 0,15 \ 0,19 \ 0,18 \ 0,12 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,03 \ 0,12 \ 0,13 \ 0,18 \ 0,19 \ 0,13 \ 0,10 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,03 \ 0,10 \ 0,12 \ 0,16 \ 0,18 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,02 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,15 \ 0,18 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,02 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,14 \ 0,17 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,01 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,12 \ 0,16 \ 0,13 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(20) = (0,01 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,11 \ 0,15 \ 0,13 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,06 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,16 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02)$
 $p(30) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,14 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,11)$

Vetores Estado da Seção 462S0050

$p(0) = ($	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(1) = ($	0,72	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(2) = ($	0,58	0,35	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(3) = ($	0,46	0,40	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(5) = ($	0,29	0,30	0,25	0,12	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(7) = ($	0,19	0,24	0,27	0,19	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(8) = ($	0,15	0,20	0,26	0,21	0,12	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(9) = ($	0,12	0,17	0,24	0,23	0,15	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(10) = ($	0,10	0,15	0,22	0,23	0,17	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(11) = ($	0,08	0,12	0,20	0,23	0,19	0,10	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(12) = ($	0,06	0,10	0,18	0,22	0,20	0,12	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(14) = ($	0,04	0,07	0,13	0,19	0,21	0,14	0,11	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(15) = ($	0,03	0,06	0,11	0,17	0,20	0,15	0,12	0,08	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(16) = ($	0,03	0,05	0,10	0,15	0,19	0,15	0,13	0,10	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(17) = ($	0,02	0,04	0,08	0,14	0,18	0,15	0,14	0,11	0,09	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(18) = ($	0,02	0,03	0,07	0,12	0,17	0,14	0,14	0,12	0,11	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(19) = ($	0,01	0,02	0,06	0,10	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(20) = ($	0,01	0,02	0,05	0,09	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(21) = ($	0,01	0,02	0,04	0,08	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(22) = ($	0,01	0,01	0,03	0,07	0,11	0,11	0,13	0,14	0,16	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00)
$P(23) = ($	0,01	0,01	0,03	0,06	0,10	0,10	0,12	0,13	0,17	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01)
$P(24) = ($	0,00	0,01	0,02	0,05	0,08	0,09	0,11	0,13	0,17	0,07	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01)
$P(25) = ($	0,00	0,01	0,02	0,04	0,07	0,08	0,10	0,12	0,17	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02)
$P(30) = ($	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,14	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,14)

Vetores Estado da Secão 160S0050

$p(0) =$	(0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(1) =$	(0,72	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(2) =$	(0,58	0,35	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(3) =$	(0,46	0,34	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(5) =$	(0,29	0,40	0,19	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(7) =$	(0,19	0,35	0,23	0,15	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(8) =$	(0,15	0,32	0,23	0,17	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(10) =$	(0,10	0,25	0,21	0,20	0,12	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(11) =$	(0,08	0,22	0,20	0,20	0,13	0,09	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(12) =$	(0,06	0,19	0,18	0,20	0,14	0,11	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(13) =$	(0,05	0,17	0,17	0,20	0,14	0,12	0,08	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(14) =$	(0,04	0,14	0,15	0,19	0,15	0,13	0,10	0,06	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(15) =$	(0,03	0,12	0,13	0,18	0,14	0,14	0,11	0,07	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(16) =$	(0,03	0,10	0,12	0,16	0,14	0,14	0,12	0,09	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(17) =$	(0,02	0,09	0,10	0,15	0,13	0,14	0,13	0,10	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(18) =$	(0,02	0,07	0,09	0,14	0,12	0,14	0,13	0,11	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(19) =$	(0,01	0,06	0,08	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(20) =$	(0,01	0,05	0,07	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(21) =$	(0,01	0,04	0,06	0,10	0,10	0,12	0,13	0,13	0,08	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(22) =$	(0,01	0,04	0,05	0,08	0,09	0,11	0,13	0,13	0,08	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	)
$p(23) =$	(0,																				

Vetores Estado da Secão 160S0070

$p(0) = ($	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(1) = ($	0,72	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(2) = ($	0,58	0,35	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(3) = ($	0,46	0,34	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(5) = ($	0,29	0,40	0,19	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(7) = ($	0,19	0,35	0,23	0,15	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(8) = ($	0,15	0,32	0,23	0,17	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$p(9) = ($	0,12	0,29	0,22	0,19	0,10	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(10) = ($	0,10	0,25	0,21	0,20	0,12	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(12) = ($	0,06	0,19	0,18	0,20	0,14	0,11	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(13) = ($	0,05	0,17	0,17	0,20	0,14	0,12	0,08	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(14) = ($	0,04	0,14	0,15	0,19	0,15	0,13	0,10	0,06	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(15) = ($	0,03	0,12	0,13	0,18	0,14	0,14	0,11	0,07	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(16) = ($	0,03	0,10	0,12	0,16	0,14	0,14	0,12	0,09	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(17) = ($	0,02	0,09	0,10	0,15	0,13	0,14	0,13	0,10	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(18) = ($	0,02	0,07	0,09	0,14	0,12	0,14	0,13	0,11	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(19) = ($	0,01	0,06	0,08	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(20) = ($	0,01	0,05	0,07	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00)
$P(21) = ($	0,01	0,04	0,06	0,10	0,10	0,12	0,13	0,13	0,08	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00		

Vetores Estados da Seção 443S0050

$p(0) =$	(	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(1) =$	(	0,81	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(2) =$	(	0,73	0,22	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(3) =$	(	0,66	0,25	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(5) =$	(	0,53	0,27	0,15	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(7) =$	(	0,43	0,26	0,19	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(8) =$	(	0,39	0,25	0,20	0,11	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(9) =$	(	0,35	0,24	0,21	0,13	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(10) =$	(	0,31	0,23	0,22	0,14	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(12) =$	(	0,25	0,20	0,22	0,17	0,08	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(13) =$	(	0,23	0,18	0,22	0,18	0,09	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(14) =$	(	0,21	0,17	0,21	0,19	0,10	0,07	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(15) =$	(	0,19	0,16	0,20	0,19	0,11	0,08	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(16) =$	(	0,17	0,14	0,19	0,19	0,11	0,09	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(17) =$	(	0,15	0,13	0,18	0,19	0,12	0,09	0,06	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(18) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,12	0,10	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(19) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,10	0,06	0,07	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(20) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,16	0,06	0,08	0,09	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(21) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,06	0,03	0,03	0,06	0,07	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(22) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,05	0,03	0,02	0,04	0,06	0,07	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(23) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	)
$p(24) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	)
$p(25) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	)
$p(26) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	)
$p(27) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	)
$p(28) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02	)
$p(29) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,04	)
$p(30) =$	(	0,14	0,12	0,17	0,19	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,00	)

Vetores Estado da Secção 163S0130

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,63 \ 0,32 \ 0,05 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,44 \ 0,35 \ 0,19 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,31 \ 0,31 \ 0,27 \ 0,11 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,22 \ 0,25 \ 0,29 \ 0,19 \ 0,06 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,15 \ 0,19 \ 0,27 \ 0,24 \ 0,12 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,11 \ 0,14 \ 0,23 \ 0,25 \ 0,18 \ 0,07 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,07 \ 0,10 \ 0,18 \ 0,24 \ 0,22 \ 0,12 \ 0,05 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,05 \ 0,07 \ 0,14 \ 0,21 \ 0,23 \ 0,16 \ 0,09 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,04 \ 0,05 \ 0,11 \ 0,18 \ 0,22 \ 0,18 \ 0,13 \ 0,07 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,03 \ 0,04 \ 0,08 \ 0,14 \ 0,20 \ 0,18 \ 0,16 \ 0,11 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,02 \ 0,03 \ 0,06 \ 0,11 \ 0,17 \ 0,17 \ 0,17 \ 0,14 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,08 \ 0,14 \ 0,15 \ 0,17 \ 0,16 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,06 \ 0,11 \ 0,13 \ 0,16 \ 0,17 \ 0,13 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,14 \ 0,16 \ 0,14 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,12 \ 0,15 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,13 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01)$
 $p(20) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03)$
 $p(21) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05)$
 $p(22) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07)$
 $p(23) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,09)$
 $p(24) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,09)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10)$

Vetores Estado da Seção 456S0010

$p(0) =$	(	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(1) =$	(	0,72	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(2) =$	(	0,58	0,35	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(3) =$	(	0,46	0,40	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(5) =$	(	0,29	0,40	0,23	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(7) =$	(	0,19	0,35	0,28	0,13	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(9) =$	(	0,12	0,29	0,30	0,19	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(10) =$	(	0,10	0,25	0,30	0,21	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(11) =$	(	0,08	0,22	0,29	0,23	0,12	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(12) =$	(	0,06	0,19	0,28	0,24	0,14	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(13) =$	(	0,00	0,16	0,20	0,40	0,14	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(14) =$	(	0,00	0,13	0,19	0,40	0,11	0,09	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(15) =$	(	0,00	0,10	0,18	0,40	0,10	0,07	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(16) =$	(	0,00	0,08	0,16	0,39	0,09	0,06	0,08	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(17) =$	(	0,00	0,07	0,15	0,39	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(18) =$	(	0,00	0,05	0,13	0,38	0,08	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(19) =$	(	0,00	0,04	0,12	0,37	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(20) =$	(	0,00	0,03	0,10	0,35	0,08	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(21) =$	(	0,00	0,03	0,09	0,34	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(22) =$	(	0,00	0,02	0,08	0,32	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	)
$p(23) =$	(	0,00	0,02	0,06	0,30	0,07	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04									

Vetores Estado da Secão 456S0030

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,72 \ 0,26 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,58 \ 0,35 \ 0,07 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,46 \ 0,40 \ 0,12 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,29 \ 0,40 \ 0,23 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,19 \ 0,35 \ 0,28 \ 0,13 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,15 \ 0,32 \ 0,30 \ 0,16 \ 0,06 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,10 \ 0,25 \ 0,30 \ 0,21 \ 0,10 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,06 \ 0,19 \ 0,28 \ 0,24 \ 0,14 \ 0,06 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,00 \ 0,13 \ 0,19 \ 0,33 \ 0,23 \ 0,10 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,00 \ 0,10 \ 0,18 \ 0,30 \ 0,22 \ 0,13 \ 0,05 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,00 \ 0,08 \ 0,16 \ 0,28 \ 0,22 \ 0,14 \ 0,08 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,00 \ 0,07 \ 0,15 \ 0,25 \ 0,21 \ 0,15 \ 0,10 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,00 \ 0,05 \ 0,13 \ 0,23 \ 0,20 \ 0,15 \ 0,11 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,00 \ 0,04 \ 0,12 \ 0,21 \ 0,18 \ 0,15 \ 0,12 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(20) = (0,00 \ 0,03 \ 0,10 \ 0,19 \ 0,17 \ 0,15 \ 0,12 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(21) = (0,00 \ 0,03 \ 0,09 \ 0,17 \ 0,16 \ 0,14 \ 0,12 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(22) = (0,00 \ 0,02 \ 0,08 \ 0,16 \ 0,15 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(23) = (0,00 \ 0,02 \ 0,06 \ 0,14 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(24) = (0,00 \ 0,01 \ 0,05 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,01 \ 0,05 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(26) = (0,00 \ 0,01 \ 0,04 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00)$
 $p(28) = (0,00 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04)$
 $p(30) = (0,00 \ 0,00 \ 0,02 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,13)$

Vetores Estado da Seção 323S0070

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,63 \ 0,34 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,44 \ 0,43 \ 0,12 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,31 \ 0,43 \ 0,17 \ 0,08 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,22 \ 0,39 \ 0,22 \ 0,13 \ 0,04 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,15 \ 0,34 \ 0,20 \ 0,17 \ 0,10 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,11 \ 0,28 \ 0,18 \ 0,19 \ 0,14 \ 0,07 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,07 \ 0,23 \ 0,16 \ 0,18 \ 0,17 \ 0,12 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,05 \ 0,18 \ 0,13 \ 0,17 \ 0,18 \ 0,15 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,04 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,15 \ 0,17 \ 0,17 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,03 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,12 \ 0,16 \ 0,17 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,02 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,14 \ 0,16 \ 0,13 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,01 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,08 \ 0,12 \ 0,15 \ 0,12 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,01 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,10 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,01 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,00 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,00 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,00 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01)$
 $p(20) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,04)$
 $p(21) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,09)$
 $p(22) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,17)$
 $p(23) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,26)$
 $p(24) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,35)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,45)$

Vetores Estado da Seção 445S0020

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,72 \ 0,26 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,58 \ 0,35 \ 0,07 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,46 \ 0,34 \ 0,16 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,29 \ 0,30 \ 0,25 \ 0,11 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,19 \ 0,24 \ 0,27 \ 0,16 \ 0,09 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,12 \ 0,17 \ 0,24 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,10 \ 0,15 \ 0,22 \ 0,18 \ 0,16 \ 0,11 \ 0,06 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,08 \ 0,12 \ 0,20 \ 0,18 \ 0,17 \ 0,13 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,06 \ 0,10 \ 0,18 \ 0,17 \ 0,17 \ 0,15 \ 0,10 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,05 \ 0,08 \ 0,15 \ 0,15 \ 0,17 \ 0,16 \ 0,12 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,04 \ 0,07 \ 0,13 \ 0,14 \ 0,16 \ 0,16 \ 0,13 \ 0,09 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,03 \ 0,06 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,15 \ 0,16 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,03 \ 0,05 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,14 \ 0,16 \ 0,15 \ 0,12 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,02 \ 0,04 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,13 \ 0,15 \ 0,15 \ 0,13 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,02 \ 0,03 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,14 \ 0,15 \ 0,14 \ 0,10 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,01 \ 0,02 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,13 \ 0,15 \ 0,15 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(20) = (0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,09 \ 0,12 \ 0,14 \ 0,15 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(21) = (0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,13 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(22) = (0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,09 \ 0,12 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(23) = (0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,13 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00)$
 $p(24) = (0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,13 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,01)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,10 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02)$
 $p(26) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,02)$
 $p(27) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,03)$
 $p(28) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,03)$
 $p(29) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,04)$
 $p(30) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,04)$

Vetores Estado da Seção 445S0030

$p(0) = (0.90 \ 0.10 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(1) = (0.72 \ 0.26 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(2) = (0.58 \ 0.35 \ 0.07 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(3) = (0.46 \ 0.34 \ 0.16 \ 0.03 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(5) = (0.29 \ 0.30 \ 0.25 \ 0.11 \ 0.04 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(7) = (0.19 \ 0.24 \ 0.27 \ 0.16 \ 0.09 \ 0.04 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(8) = (0.15 \ 0.20 \ 0.26 \ 0.18 \ 0.12 \ 0.06 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(9) = (0.12 \ 0.17 \ 0.24 \ 0.18 \ 0.14 \ 0.08 \ 0.04 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(10) = (0.10 \ 0.15 \ 0.22 \ 0.18 \ 0.16 \ 0.11 \ 0.06 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(11) = (0.08 \ 0.12 \ 0.20 \ 0.18 \ 0.17 \ 0.13 \ 0.08 \ 0.04 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(12) = (0.06 \ 0.10 \ 0.18 \ 0.17 \ 0.17 \ 0.15 \ 0.10 \ 0.05 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(13) = (0.05 \ 0.08 \ 0.15 \ 0.15 \ 0.17 \ 0.16 \ 0.12 \ 0.07 \ 0.03 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(14) = (0.04 \ 0.07 \ 0.13 \ 0.14 \ 0.16 \ 0.16 \ 0.13 \ 0.09 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(15) = (0.03 \ 0.06 \ 0.11 \ 0.12 \ 0.15 \ 0.16 \ 0.14 \ 0.11 \ 0.06 \ 0.03 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(16) = (0.03 \ 0.05 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.14 \ 0.16 \ 0.15 \ 0.12 \ 0.07 \ 0.05 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(17) = (0.02 \ 0.04 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.13 \ 0.15 \ 0.15 \ 0.13 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.03 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(18) = (0.02 \ 0.03 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.11 \ 0.14 \ 0.15 \ 0.14 \ 0.10 \ 0.07 \ 0.05 \ 0.03 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(19) = (0.01 \ 0.02 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.10 \ 0.13 \ 0.15 \ 0.15 \ 0.10 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(20) = (0.01 \ 0.02 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.09 \ 0.12 \ 0.14 \ 0.15 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.07 \ 0.05 \ 0.03 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(21) = (0.01 \ 0.02 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.08 \ 0.11 \ 0.13 \ 0.14 \ 0.11 \ 0.10 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.03 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(22) = (0.01 \ 0.01 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.06 \ 0.09 \ 0.12 \ 0.14 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.07 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(23) = (0.01 \ 0.01 \ 0.03 \ 0.03 \ 0.05 \ 0.08 \ 0.11 \ 0.13 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.10 \ 0.08 \ 0.05 \ 0.03 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.00)$
 $p(24) = (0.00 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.05 \ 0.07 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01)$
 $p(25) = (0.00 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.04 \ 0.06 \ 0.09 \ 0.11 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.10 \ 0.07 \ 0.04 \ 0.03 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.01)$
 $p(26) = (0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.05 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.10 \ 0.08 \ 0.05 \ 0.04 \ 0.03 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.01)$
 $p(27) = (0.00 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.07 \ 0.09 \ 0.09 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.04 \ 0.03 \ 0.02 \ 0.04)$
 $p(28) = (0.00 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.04 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.06 \ 0.05 \ 0.04 \ 0.04 \ 0.03 \ 0.06)$
 $p(29) = (0.00 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.05 \ 0.07 \ 0.07 \ 0.09 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.06 \ 0.05 \ 0.05 \ 0.04 \ 0.04 \ 0.08)$
 $p(30) = (0.00 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.10 \ 0.09 \ 0.07 \ 0.05 \ 0.05 \ 0.05 \ 0.04 \ 0.11)$

Vetores Estado daSecão 323S0170

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,63 \ 0,31 \ 0,06 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,44 \ 0,31 \ 0,21 \ 0,04 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,31 \ 0,26 \ 0,27 \ 0,14 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,22 \ 0,20 \ 0,26 \ 0,24 \ 0,08 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,15 \ 0,14 \ 0,22 \ 0,28 \ 0,15 \ 0,05 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,11 \ 0,10 \ 0,17 \ 0,27 \ 0,20 \ 0,11 \ 0,03 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,07 \ 0,07 \ 0,13 \ 0,24 \ 0,21 \ 0,16 \ 0,08 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,05 \ 0,05 \ 0,10 \ 0,20 \ 0,21 \ 0,19 \ 0,12 \ 0,06 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,04 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,16 \ 0,18 \ 0,20 \ 0,15 \ 0,10 \ 0,05 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,03 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,12 \ 0,15 \ 0,19 \ 0,17 \ 0,14 \ 0,08 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,09 \ 0,12 \ 0,17 \ 0,16 \ 0,16 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,14 \ 0,15 \ 0,16 \ 0,13 \ 0,10 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,11 \ 0,13 \ 0,15 \ 0,14 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,14 \ 0,14 \ 0,12 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,02)$
 $p(20) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,05)$
 $p(21) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,11)$
 $p(22) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,20 \ 0,20)$
 $p(23) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,11 \ 0,30 \ 0,30)$
 $p(24) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,41 \ 0,41)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,52 \ 0,52)$

Vetores Estado da Secão 444D0031

$p(0) = (0.90 \ 0.10 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(1) = (0.72 \ 0.26 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(2) = (0.58 \ 0.35 \ 0.07 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(3) = (0.46 \ 0.40 \ 0.12 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(4) = (0.37 \ 0.41 \ 0.18 \ 0.04 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(5) = (0.29 \ 0.40 \ 0.23 \ 0.07 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(6) = (0.24 \ 0.38 \ 0.26 \ 0.10 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(7) = (0.19 \ 0.35 \ 0.28 \ 0.13 \ 0.04 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(8) = (0.15 \ 0.32 \ 0.30 \ 0.16 \ 0.06 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(9) = (0.12 \ 0.29 \ 0.30 \ 0.19 \ 0.08 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(10) = (0.10 \ 0.25 \ 0.30 \ 0.21 \ 0.10 \ 0.03 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(11) = (0.08 \ 0.22 \ 0.29 \ 0.23 \ 0.12 \ 0.05 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(12) = (0.06 \ 0.19 \ 0.28 \ 0.24 \ 0.14 \ 0.06 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(13) = (0.06 \ 0.19 \ 0.22 \ 0.15 \ 0.22 \ 0.10 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(14) = (0.06 \ 0.19 \ 0.18 \ 0.10 \ 0.20 \ 0.15 \ 0.07 \ 0.04 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(15) = (0.06 \ 0.19 \ 0.14 \ 0.08 \ 0.16 \ 0.16 \ 0.10 \ 0.06 \ 0.03 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(16) = (0.06 \ 0.19 \ 0.11 \ 0.06 \ 0.13 \ 0.14 \ 0.12 \ 0.09 \ 0.05 \ 0.03 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(17) = (0.06 \ 0.19 \ 0.09 \ 0.05 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.05 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(18) = (0.06 \ 0.19 \ 0.07 \ 0.04 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.09 \ 0.11 \ 0.11 \ 0.08 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(19) = (0.06 \ 0.19 \ 0.06 \ 0.03 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.10 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(20) = (0.06 \ 0.19 \ 0.05 \ 0.02 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(21) = (0.06 \ 0.19 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.05 \ 0.07 \ 0.09 \ 0.10 \ 0.09 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(22) = (0.06 \ 0.19 \ 0.03 \ 0.01 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.07 \ 0.09 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(23) = (0.06 \ 0.19 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.00)$
 $p(24) = (0.06 \ 0.19 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.06 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02 \ 0.01)$
 $p(25) = (0.06 \ 0.19 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04 \ 0.02)$
 $p(26) = (0.06 \ 0.19 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.08 \ 0.06 \ 0.04)$
 $p(27) = (0.06 \ 0.19 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.08 \ 0.06)$
 $p(28) = (0.06 \ 0.19 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.14)$
 $p(29) = (0.06 \ 0.19 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.22)$
 $p(30) = (0.06 \ 0.19 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.07 \ 0.30)$

Vetores Estado da Secão 444D0033

$p(0) = (0.90 \ 0.10 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(1) = (0.72 \ 0.26 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(2) = (0.58 \ 0.35 \ 0.07 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(3) = (0.46 \ 0.40 \ 0.12 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(4) = (0.37 \ 0.41 \ 0.18 \ 0.04 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(5) = (0.29 \ 0.40 \ 0.23 \ 0.07 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(6) = (0.24 \ 0.38 \ 0.26 \ 0.10 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(7) = (0.19 \ 0.35 \ 0.28 \ 0.13 \ 0.04 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(8) = (0.15 \ 0.32 \ 0.30 \ 0.16 \ 0.06 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(9) = (0.12 \ 0.29 \ 0.30 \ 0.19 \ 0.08 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(10) = (0.10 \ 0.25 \ 0.30 \ 0.21 \ 0.10 \ 0.03 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(11) = (0.08 \ 0.22 \ 0.29 \ 0.23 \ 0.12 \ 0.05 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(12) = (0.06 \ 0.19 \ 0.28 \ 0.24 \ 0.14 \ 0.06 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(13) = (0.00 \ 0.10 \ 0.24 \ 0.22 \ 0.34 \ 0.10 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(14) = (0.00 \ 0.10 \ 0.19 \ 0.18 \ 0.28 \ 0.20 \ 0.05 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(15) = (0.00 \ 0.10 \ 0.15 \ 0.09 \ 0.23 \ 0.26 \ 0.12 \ 0.04 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(16) = (0.00 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.07 \ 0.17 \ 0.21 \ 0.17 \ 0.12 \ 0.04 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(17) = (0.00 \ 0.10 \ 0.10 \ 0.05 \ 0.13 \ 0.17 \ 0.16 \ 0.16 \ 0.10 \ 0.03 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(18) = (0.00 \ 0.10 \ 0.08 \ 0.04 \ 0.09 \ 0.13 \ 0.13 \ 0.16 \ 0.15 \ 0.09 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(19) = (0.00 \ 0.10 \ 0.06 \ 0.03 \ 0.07 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.14 \ 0.16 \ 0.14 \ 0.07 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(20) = (0.00 \ 0.10 \ 0.05 \ 0.03 \ 0.05 \ 0.08 \ 0.08 \ 0.11 \ 0.14 \ 0.15 \ 0.11 \ 0.07 \ 0.02 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(21) = (0.00 \ 0.10 \ 0.04 \ 0.07 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.05 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(22) = (0.00 \ 0.10 \ 0.03 \ 0.06 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.09 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.05 \ 0.00 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(23) = (0.00 \ 0.10 \ 0.03 \ 0.05 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.07 \ 0.08 \ 0.08 \ 0.09 \ 0.10 \ 0.11 \ 0.09 \ 0.05 \ 0.00 \ 0.00)$
 $p(24) = (0.00 \ 0.10 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.12 \ 0.11 \ 0.07 \ 0.02 \ 0.00)$
 $p(25) = (0.00 \ 0.10 \ 0.02 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.06 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.12 \ 0.11 \ 0.07 \ 0.02)$
 $p(26) = (0.00 \ 0.10 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.05 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.12 \ 0.11 \ 0.07)$
 $p(27) = (0.00 \ 0.10 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.12 \ 0.11)$
 $p(28) = (0.00 \ 0.10 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.12 \ 0.12)$
 $p(29) = (0.00 \ 0.10 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10 \ 0.12)$
 $p(30) = (0.00 \ 0.10 \ 0.01 \ 0.00 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.02 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.05 \ 0.06 \ 0.08 \ 0.10)$

Vetores Estado da Seção 460S0010

$p(0) =$	(	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(1) =$	(	0.72	0.24	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(2) =$	(	0.58	0.29	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(3) =$	(	0.46	0.29	0.19	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(4) =$	(	0.37	0.26	0.23	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(5) =$	(	0.29	0.23	0.24	0.17	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(6) =$	(	0.24	0.20	0.24	0.22	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(7) =$	(	0.19	0.17	0.22	0.25	0.08	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(8) =$	(	0.15	0.14	0.20	0.26	0.10	0.07	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(9) =$	(	0.12	0.11	0.18	0.26	0.11	0.08	0.08	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(10) =$	(	0.10	0.09	0.15	0.25	0.11	0.09	0.10	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(11) =$	(	0.08	0.07	0.13	0.24	0.11	0.10	0.11	0.07	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(12) =$	(	0.06	0.06	0.11	0.22	0.10	0.10	0.12	0.08	0.08	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(13) =$	(	0.05	0.05	0.09	0.19	0.10	0.09	0.13	0.09	0.10	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(14) =$	(	0.04	0.04	0.07	0.17	0.09	0.09	0.12	0.09	0.11	0.10	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(15) =$	(	0.03	0.03	0.06	0.15	0.08	0.08	0.12	0.09	0.12	0.13	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(16) =$	(	0.03	0.03	0.05	0.13	0.07	0.07	0.11	0.09	0.12	0.15	0.09	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(17) =$	(	0.02	0.02	0.04	0.11	0.06	0.06	0.10	0.08	0.12	0.16	0.12	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(18) =$	(	0.02	0.02	0.03	0.09	0.05	0.05	0.09	0.08	0.12	0.17	0.13	0.09	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(19) =$	(	0.01	0.01	0.03	0.08	0.04	0.05	0.08	0.07	0.11	0.17	0.15	0.11	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	)
$p(20) =$	(	0.01	0.01	0.02	0.06	0.04	0.04	0.07	0.06	0.10	0.17	0.16	0.12	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	)
$p(21) =$	(	0.01	0.01	0.02	0.05	0.03	0.03	0.06	0.05	0.09	0.16	0.16	0.14	0.07	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	)
$p(22) =$	(	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.03	0.05	0.05	0.08	0.15	0.16	0.15	0.08	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	)
$p(23) =$	(	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.04	0.04	0.07	0.14	0.16	0.15	0.09	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	)
$p(24) =$	(	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.06	0.12	0.15	0.15	0.10	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	)
$p(25) =$	(	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06	0.13	0.15	0.13	0.10	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	)
$p(26) =$	(	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.08	0.13	0.13	0.13	0.08	0.07	0.05	0.05	0.03	)
$p(27) =$	(	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.09	0.12	0.13	0.11	0.08	0.07	0.05	0.05	)
$p(28) =$	(	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.12	0.12	0.09	0.08	0.05	)
$p(29) =$	(	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.09	0.11	0.12	0.12	0.09	0.08	)
$p(30) =$	(	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.11	0.12	0.12	0.09	)

Vetores Estado da Seção 487S0195

$p(0) = (0,90 \ 0,10 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(1) = (0,72 \ 0,24 \ 0,04 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(2) = (0,58 \ 0,29 \ 0,12 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(3) = (0,46 \ 0,29 \ 0,19 \ 0,06 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(4) = (0,37 \ 0,41 \ 0,14 \ 0,06 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(5) = (0,29 \ 0,40 \ 0,17 \ 0,09 \ 0,04 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(6) = (0,24 \ 0,38 \ 0,18 \ 0,11 \ 0,06 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(7) = (0,24 \ 0,22 \ 0,20 \ 0,16 \ 0,11 \ 0,07 \ 0,02 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(8) = (0,15 \ 0,32 \ 0,18 \ 0,14 \ 0,11 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(9) = (0,12 \ 0,29 \ 0,17 \ 0,14 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(10) = (0,10 \ 0,25 \ 0,16 \ 0,14 \ 0,13 \ 0,10 \ 0,06 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(11) = (0,08 \ 0,22 \ 0,15 \ 0,13 \ 0,14 \ 0,12 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(12) = (0,06 \ 0,19 \ 0,13 \ 0,13 \ 0,13 \ 0,13 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(13) = (0,05 \ 0,17 \ 0,12 \ 0,12 \ 0,13 \ 0,13 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(14) = (0,04 \ 0,14 \ 0,10 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,13 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(15) = (0,03 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,13 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(16) = (0,03 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,12 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(17) = (0,02 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,09 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(18) = (0,02 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(19) = (0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,09 \ 0,11 \ 0,12 \ 0,11 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00 \ 0,00)$
 $p(20) = (0,01 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01 \ 0,01)$
 $p(21) = (0,01 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,01)$
 $p(22) = (0,01 \ 0,01 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,07 \ 0,05 \ 0,03 \ 0,01 \ 0,01)$
 $p(23) = (0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,01)$
 $p(24) = (0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,09 \ 0,10 \ 0,10 \ 0,09 \ 0,08 \ 0,06 \ 0,04 \ 0,03)$
 $p(25) = (0,00 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,08 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05 \ 0,04)$
 $p(26) = (0,00 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,05)$
 $p(27) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,06)$
 $p(28) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,06)$
 $p(29) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,07 \ 0,06 \ 0,06)$
 $p(30) = (0,00 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,03 \ 0,03 \ 0,04 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,05 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06 \ 0,06)$

Vetor Estado da Seção 160S0170

$p(0) =$	(	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(1) =$	(	0.72	0.26	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(2) =$	(	0.58	0.35	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(3) =$	(	0.46	0.40	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(4) =$	(	0.37	0.41	0.18	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(5) =$	(	0.29	0.40	0.23	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(6) =$	(	0.24	0.38	0.26	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(7) =$	(	0.19	0.35	0.28	0.13	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(8) =$	(	0.15	0.32	0.30	0.16	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(9) =$	(	0.12	0.29	0.30	0.19	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(10) =$	(	0.10	0.25	0.30	0.21	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(11) =$	(	0.08	0.22	0.29	0.23	0.12	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(12) =$	(	0.06	0.19	0.28	0.24	0.14	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(13) =$	(	0.00	0.10	0.32	0.32	0.14	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(14) =$	(	0.00	0.10	0.26	0.32	0.12	0.08	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(15) =$	(	0.00	0.10	0.20	0.31	0.08	0.07	0.08	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(16) =$	(	0.00	0.10	0.16	0.29	0.08	0.06	0.07	0.08	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(17) =$	(	0.00	0.10	0.13	0.26	0.07	0.06	0.06	0.07	0.08	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(18) =$	(	0.00	0.10	0.10	0.24	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(19) =$	(	0.00	0.10	0.08	0.21	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	)
$p(20) =$	(	0.00	0.10	0.07	0.18	0.05	0.05	0.05	0.06	0.											