

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

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DO
PAVIMENTO DE RODOVIAS BRASILEIRAS**

JOÃO GUILHERME ORTEGA RAFAEL

ORIENTADOR: JOSÉ MATSUO SHIMOISHI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES

BRASÍLIA / DF: JUNHO / 2018

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

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DO
PAVIMENTO DE RODOVIAS BRASILEIRAS**

JOÃO GUILHERME ORTEGA RAFAEL

DISSERTAÇÃO DE Mestrado submetida ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Transportes.

APROVADA POR:

**JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, Dr. (Universidade de Brasília – UnB)
(ORIENTADOR)**

**MICHELLE ANDRADE, Dra. (Universidade de Brasília – UnB)
(EXAMINADOR I)**

**JOÃO PAULO SOUZA SILVA, Dr. (Universidade Federal de Goiás – UFG)
(EXAMINADOR II)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 6 de junho de 2018.

FICHA CATALOGRÁFICA

RAFAEL, JOÃO GUILHERME ORTEGA

Avaliação da Eficiência da Manutenção do Pavimento de Rodovias Brasileiras [Distrito Federal] 2018.

xiii, 165p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2018).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Manutenção Rodoviária 2. Eficiência
3. Pavimento

I. ENC/FT/UnB II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RAFAEL, J. G. O. (2018) Avaliação da Eficiência da Manutenção do Pavimento de Rodovias Brasileiras. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM-008/2018, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 165p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: João Guilherme Ortega Rafael

TÍTULO: Avaliação da Eficiência da Manutenção do Pavimento de Rodovias Brasileiras.

GRAU: Mestre ANO: 2018

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

João Guilherme Ortega Rafael
joaguilhermeprofessor@gmail.com

Ora et labora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Érica e aos meus estimados pais, Eliana e Guillermo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus queridos Ana Luisa, Maria Cecília, Maria Isabel, Gregório, Saulo, dona Sueli, seu Fernando, Luisa e André pelo carinho que dedicaram a mim durante a realização deste trabalho.

Agradeço ao professor Evaldo e ao Roberto Bernardo pelo incentivo inicial e ao professor Rosano pela disposição em apoiar este trabalho. Aos meus colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília, agradeço a companhia e o suporte aos meus estudos, que também recebi dos estimados colegas com quem trabalhei no Next.

Aos prezados professor Matsuo e Willian, que me guiaram neste trabalho, meus sinceros agradecimentos e reconhecimento da fundamental participação que tiveram na realização desta pesquisa.

RESUMO

Dentre os diferentes modos de transporte utilizados no Brasil, o rodoviário possui notória importância por sua relevância na dinâmica social e econômica nacional. Neste sentido, as rodovias devem continuamente apresentar condições apropriadas de uso, tornando-se imperativa a adequada realização da manutenção dessas estruturas, mormente do pavimento, elemento rodoviário de primordial importância. Entretanto, o processo de manutenção rodoviária não deve ser apenas eficaz, mas também eficiente. É necessário, portanto, que o nível de recursos utilizados para que a rodovia esteja permanentemente em condições convenientes para seus usuários seja mínimo, sobretudo quando são recursos públicos. Este trabalho se propôs a avaliar a eficiência da manutenção rodoviária no Brasil, especificamente do pavimento. Foram avaliados treze contratos de manutenção em rodovias federais brasileiras com pavimento flexível. Para tanto, foi utilizada a abordagem de Análise Envoltória de Dados (DEA). Os resultados gerados apontam custos excessivos significativos nos contratos avaliados e as discussões e ponderações realizadas abrem caminho para aprimoramento gerencial e novas pesquisas relativas à eficiência da manutenção de rodovias.

Palavras-chave: Manutenção rodoviária; Eficiência; Pavimento.

ABSTRACT

The road transport is notoriously relevant to Brazil because of its important role in the social and economic dynamics of the country. Hence, the highways should be preserved and kept in adequate conditions, especially its pavement, road feature of great importance. However, the performance of the road maintenance process cannot be considered sufficiently good if it is only effective. It is also necessary to be efficient, i.e. it is expected a well-maintained road at a minimum resource level, especially when public resources are involved. This dissertation had the purpose to evaluate the road maintenance efficiency of Brazilian highways, specifically its pavement. Thirteen maintenance contracts regarding federal highways with flexible pavement were evaluated. To address the problem, Data Envelopment Analysis (DEA) approach were used. The results indicate contracts with significantly excessive costs, and the discussions instigate scientific and managerial advances in the road maintenance field.

Keywords: Road maintenance; Efficiency; Pavement.

SUMÁRIO

<i>1 – INTRODUÇÃO</i>	1
1.1. APRESENTAÇÃO	1
1.2. PROBLEMA	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.4. JUSTIFICATIVA.....	3
1.5. ESCOPO E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
<i>2 – REVISÃO DA LITERATURA</i>	7
2.1. PAVIMENTO RODOVIÁRIO	7
2.2. MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA – PAVIMENTO	11
2.2.1. DNIT e os Contratos de Manutenção	17
2.3. EFICIÊNCIA E MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA	20
2.3.1. Análise Envoltória de Dados (DEA)	23
<i>3 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DO PAVIMENTO DE RODOVIAS BRASILEIRAS</i>	35
3.1. DESENVOLVIMENTO DE UMA LISTA ABRANGENTE (PRIMEIRA ETAPA) .	40
3.2. DIMENSÃO DAS UNIDADES DE AVALIAÇÃO (SEGUNDA ETAPA).....	47
3.3. OS FATORES INCONTROLÁVEIS NO MODELO (TERCEIRA ETAPA).....	52
3.4. REFINAMENTO DA LISTA ABRANGENTE (QUARTA ETAPA).....	55
3.5. PREPARAÇÃO DOS DADOS (QUINTA ETAPA).....	62
3.6. SELEÇÃO DO MODELO (SEXTA ETAPA).....	72
<i>4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS</i>	74
4.1. EXECUÇÃO DO MODELO (SÉTIMA ETAPA).....	74
4.2. DESENVOLVIMENTO DE CONCLUSÕES (OITAVA ETAPA).....	76
4.3. EFEITO DAS VARIÁVEIS INCONTROLÁVEIS (NONA ETAPA).....	82
<i>5 – CONCLUSÕES</i>	84
5.1. LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	85
5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
APÊNDICE A – CÁLCULOS DA VARIÁVEL CLIMA.....	96
APÊNDICE B – CÁLCULOS DA VARIÁVEL DEFLEXÃO.....	105
APÊNDICE C – CÁLCULOS DA VARIÁVEL ÁREA TOTAL.....	145
APÊNDICE D – CÁLCULOS DA VARIÁVEL MUDANÇA NA CONDIÇÃO DO PAVIMENTO	162

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Lista abrangente de variáveis de <i>input</i> e <i>output</i> e fatores incontroláveis.....	45
Tabela 3.2 – Valores de referência do IRI	46
Tabela 3.3 – Valores de referência do IGG	47
Tabela 3.4 – Valores de referência do ICS	47
Tabela 3.5 – Estados com maiores extensões de rodovias pavimentadas e rodovias federais	50
Tabela 3.6 – DMUs analisadas inicialmente.....	51
Tabela 3.7 – Classificação de zona climática quanto à precipitação média anual.....	57
Tabela 3.8 – Classificação de zona climática quanto à variação de temperatura	57
Tabela 3.9 – Coeficiente ambiental adotado pelo HDM-4	58
Tabela 3.10 – Faixas representativas para deflexão.....	60
Tabela 3.11 – Índices e classes utilizados no mapa de declividades	60
Tabela 3.12 – Lista refinada de variáveis	61
Tabela 3.13 – IGP-Conservação Rodoviária.....	62
Tabela 3.14 – Dados da variável Custo.....	63
Tabela 3.15 – Coeficiente ambiental adotado pelo HDM-4 (valores ajustados)	64
Tabela 3.16 – Localidades das estações meteorológicas	65
Tabela 3.17 – Dados da variável Clima	66
Tabela 3.18 – Dados da variável Tráfego	67
Tabela 3.19 – Faixas representativas para deflexão e valores de referência.....	68
Tabela 3.20 – Dados da variável Deflexão	68
Tabela 3.21 – Índices e classes utilizados no mapa de declividades e valores de referência .	69
Tabela 3.22 – Dados da variável Terreno	69
Tabela 3.23 – Dados da variável Área Total.....	70
Tabela 3.24 – Dados da variável Mudança na Condição do Pavimento.....	72
Tabela 4.1 – Informações das DMUs para cada variável	74
Tabela 4.2 – Resultados da avaliação	75
Tabela 4.3 – Potencial de melhoria de cada DMU	77
Tabela 4.4 – Pesos das variáveis na formação do escore de eficiência	78
Tabela 4.5 – Escores comparativos: sem restrições de peso e valores mínimos arbitrários ...	79
Tabela 4.6 – Informações de IGG e IRI.....	81
Tabela 4.7 – Efeito das variáveis incontroláveis nos escores de eficiência	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Estrutura da dissertação.....	6
Figura 2.1 – Variação da serventia em relação ao tráfego ou tempo.....	10
Figura 2.2 – Curva de desempenho do pavimento e os tipos de manutenção propostos.....	16
Figura 2.3 – Influência da manutenção rotineira na curva de desempenho do pavimento.....	17
Figura 2.4 – Fronteira de eficiência genérica para 2 outputs e 1 input.....	24
Figura 2.5 – Fronteira de eficiência genérica para 2 inputs e 1 output.....	24
Figura 2.6 – Indicação gráfica para cálculo do escore de eficiência de uma DMU	25
Figura 2.7 – Ilustração de eficiência fraca (DMUs A e E)	26
Figura 2.8 – Representação das fronteiras BCC e CCR	28
Figura 3.1 – As nove etapas do método utilizado neste trabalho	36
Figura 3.2 – O processo de manutenção rodoviária e sua relação com os componentes Nível de Serviço e Presteza de Resposta	39
Figura 3.3 – Fenômenos que afetam os componentes Nível de Serviço e Presteza de Resposta	40
Figura 3.4 – Processo de manutenção do pavimento rodoviário (variáveis controláveis)	41
Figura 3.5 – Trecho rodoviário da MG17 e estações meteorológicas próximas	64
Figura 4.1 – Diagrama de eficiência e benchmarks.....	76
Figura 4.2 – Representação gráfica das ineficiências das DMUs.....	77
Figura 4.3 – Gráfico de eficiência das DMUs com e sem a consideração das variáveis incontroláveis.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS

AHP	: <i>Analytic Hierarchy Process</i>
BCC	: Banker, Charnes e Cooper
CA	: Concreto asfáltico
CBUQ	: Concreto betuminoso usinado a quente
CCI	: <i>Combined Condition Index</i>
CCR	: Charnes, Cooper e Rhodes
CNT	: Confederação Nacional do Transporte
CPRM	: Serviço Geológico do Brasil
CREMA	: Contrato de Restauração e Manutenção
CRS	: <i>Constant Returns to Scale</i>
D_{adm}	: Deflexão admissível
D_c	: Deflexão característica
DEA	: <i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	: <i>Decision Making Unit</i>
DNIT	: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ICS	: Índice de Condição da Superfície
IGG	: Índice de Gravidade Global
IGI	: Índice de Gravidade Individual
IGP	: Índice Geral de Preços
INMET	: Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRI	: <i>International Roughness Index</i>
LDR	: <i>Load-Related Distress Index</i>
LOA	: Lei Orçamentária Anual
LVC	: Levantamento Visual Contínuo

MCP	:	Mudança na Condição do Pavimento
NDR	:	<i>Non Load-Related Distress Index</i>
PATO	:	Plano Anual de Trabalho e Orçamento
PNMR	:	Plano Nacional de Manutenção Rodoviária
SAD 69	:	<i>South American Datum 1969</i>
SFV	:	Sistema Federal de Viação
SGP	:	Sistema de Gerência de Pavimentos
UnB	:	Universidade de Brasília
USACE	:	<i>U.S. Army Corps of Engineers</i>
VDOT	:	<i>Virginia Department of Transportation</i>
VRS	:	<i>Variable Returns to Scale</i>
WGS 84	:	<i>The World Geodetic System 1984</i>

1 – INTRODUÇÃO

O trabalho aqui realizado se trata de um estudo relacionado à gestão rodoviária no Brasil. Este capítulo apresenta os fundamentos da pesquisa realizada: contexto, problema, objetivos, justificativa, escopo e estrutura do trabalho.

1.1. APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento econômico, o progresso de negócios privados e públicos, a segurança de pessoas e bens e os hábitos sociais e individuais nas diversas regiões e países estão intimamente relacionados aos sistemas viários existentes. Os diferentes tipos e as condições das vias pelas quais veículos e pessoas transitam afetam, até mesmo moldam, o cotidiano de indivíduos e sociedades.

No Brasil, o transporte rodoviário possui tamanha representatividade que sua predominância é por vezes objeto de críticas negativas. Tal modalidade é responsável por mais de 60% dos transportes de cargas e por cerca de metade dos passageiros transportados no País (CNT, 2018).

Se por um lado o transporte rodoviário pode contribuir para o desenvolvimento econômico e social de um país, por outro, condições inapropriadas das rodovias oneram usuários e população em geral, podendo gerar o efeito oposto.

Para que as rodovias apresentem condições apropriadas de uso, é imprescindível que sua manutenção seja realizada adequadamente. Diferentes motivos fazem da manutenção rodoviária assunto oportuno e de inegável interesse no Brasil: as condições inapropriadas de muitas rodovias, a crescente pressão sobre as autoridades rodoviárias para que otimizem o processo (de manutenção de rodovias) e imposições de dispositivos legais acerca de sua necessidade são alguns dos motivos que demandam que poder público, setor privado, população em geral e pesquisadores se interessem por tal temática.

Dentre esses motivos, a demanda por otimização dos processos de manutenção das rodovias pode (e deve) ser destacada. São recorrentes as restrições de recursos impostas aos órgãos responsáveis pela manutenção rodoviária, o que faz com que as prioridades relativas à manutenção de rodovias sejam pautadas pela limitação de recursos envolvidos.

Surge, então, a necessidade de investigação das relações fundamentais entre os resultados da manutenção das rodovias e a utilização de recursos necessários para alcançá-los, isto é, a investigação da eficiência da manutenção, sobretudo do pavimento, que dentre os elementos que compõem uma rodovia é aquele de importância mais acentuada para os usuários.

1.2. PROBLEMA

Tradicionalmente, as pesquisas relativas a rodovias se debruçam majoritariamente sobre tópicos como construção, fluxo de tráfego, projeto geométrico, seleção de materiais e dispositivos de segurança. Comparativamente, a produção científica sobre a manutenção rodoviária é pequena. Todavia, abordagens relativas à manutenção e ao desempenho da manutenção rodoviária são de grande importância (TRB, 2006).

Segundo Ozbek (2007), um elemento indispensável para a mensuração do desempenho da manutenção rodoviária é a eficiência, uma vez que não saber quão eficiente é o processo de manutenção de rodovias pode levar a expectativas orçamentárias excessivas e irreais.

O desafio que os gestores responsáveis pela manutenção rodoviária enfrentam para alcançarem o máximo desempenho do sistema existente, ou seja, para serem eficientes, foi percebido e abordado em alguns países, como o trabalho de Cook *et al.* (1990) no Canadá, o de Rouse *et al.* (1997) na Nova Zelândia, e o *benchmarking* de gastos e práticas relacionados à operação e manutenção realizado entre treze autoridades rodoviárias europeias descrito em Egger (2012). Nos Estados Unidos, Ozbek (2007), Garza *et al.* (2009), Ozbek *et al.* (2010a); Ozbek *et al.* (2010b), Ozbek *et al.* (2012), Fallah-Fini *et al.* (2012), Fallah-Fini *et al.* (2015) e Ozbek *et al.* (2015) perceberam a importância da dimensão da eficiência em pesquisas relacionadas à manutenção rodoviária.

É essencial que as autoridades responsáveis pela manutenção das rodovias consigam otimizar seus processos. Os usuários esperam não apenas um sistema rodoviário bem conservado, mas também que o seja de forma eficiente, especialmente o pavimento, elemento de importância singular para usuários, órgãos rodoviários e todos os que possuem interesse pelas condições de uso das rodovias (Dunlop, 1999; Monteiro Neto, 2002; Bernucci *et al.*, 2006; Balbo, 2007; CNT, 2017).

Surge, então, a seguinte pergunta de pesquisa: quão eficiente é o processo de manutenção do pavimento de rodovias no Brasil?

1.3. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é avaliar a eficiência da manutenção do pavimento de rodovias brasileiras.

Os objetivos específicos são:

- i. Determinar um escopo de avaliação adequado ante a realidade brasileira;
- ii. Discutir conceitos e termos relativos à manutenção rodoviária;
- iii. Analisar alternativas de avaliação de eficiência da manutenção de rodovias.

1.4. JUSTIFICATIVA

A manutenção das rodovias é de inegável importância, sobretudo do pavimento rodoviário. Se inapropriadamente realizada, as consequências inevitáveis são problemas individuais e sociais importantes. Inadequações na manutenção do pavimento das rodovias estão relacionadas ao aumento no número de acidentes, de consumo de combustíveis e de pneus, dos tempos de viagens, desestímulo comercial e industrial de regiões, dentre outros efeitos negativos. Assim, é essencial que as rodovias ofereçam permanentemente pavimentos em adequadas condições de uso, o que só é possível se sua manutenção for devidamente realizada (Oglesby & Hewes, 1963; Chasey *et al.*, 1997; DNIT, 2005a; Gould *et al.*, 2013; Andrade *et al.*, 2015; Figueiredo, 2015; CNT, 2017; Ahmed *et al.*, 2017; CNT, 2017).

A manutenção rodoviária, especialmente do pavimento, quando realizada apropriadamente, gera economia significativa quando confrontados os gastos referentes a tais atividades com a perda patrimonial causada por inadequações referentes a essa atividade (Monteiro Neto, 2002; DNIT, 2005a; Balbo, 2007; Garza *et al.*, 2009; Egger, 2012).

No Brasil, a temática é especialmente interessante. De acordo com CNT (2017), as rodovias brasileiras não possuem condições adequadas de segurança e qualidade conveniente, afirmativa amparada pelo dado de que 61,8% possuem deficiências de algum tipo (em 2016 a pesquisa apontou porcentagem menor, de 58,2% (CNT, 2016)).

Diversos benefícios podem ser obtidos pela implementação de ferramentas de avaliação desse processo, como apoio na compreensão dos efeitos diretos e indiretos, controláveis e incontrolláveis relativos à manutenção rodoviária, no planejamento orçamentário e no desenvolvimento de políticas afins (Chasey *et al.*, 1997; Garza *et al.*, 2009). No entanto, trata-se de prática incomum no Brasil.

Avaliações acerca da manutenção de rodovias devem ter como primeiro critério a eficácia, pois esta é uma dimensão prioritária do desempenho. Entretanto, mensurar apenas a eficácia sem considerar a eficiência pode significar uma abordagem incompleta (Drucker, 1964; Ozbek, 2007).

Segundo Dunlop (1999), todos gostariam que ações referentes à manutenção das rodovias fossem eficazes, isto é, resultassem em rodovias seguras e com boas condições de uso, mas é igualmente razoável que se queira que esse processo seja eficiente, ou seja, que os objetivos sejam alcançados com nível mínimo de recursos. Ademais, a crescente pressão que autoridades públicas enfrentam para justificarem os orçamentos requeridos, alcançarem equilíbrio entre altos níveis de serviço e recursos disponíveis e otimizarem os gastos, enquanto crescem em produtividade tornam o aspecto da eficiência fundamental quando se trata de manutenção rodoviária (Piñero, 2003; DNIT, 2011a; Egger, 2012; Figueiredo, 2015; Meneses & Ferreira, 2015).

Espera-se que os resultados e considerações desta pesquisa apoiem os gestores na definição de metas de desempenho e alocação mais adequada de recursos com vistas à manutenção do pavimento das rodovias brasileiras.

1.5. ESCOPO E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para que o objetivo de avaliar a eficiência da manutenção do pavimento de rodovias brasileiras seja alcançado, é necessária a determinação de um escopo de avaliação exequível e pertinente.

A pesquisa da CNT (CNT, 2017) avaliou 20.348 quilômetros (19,2%) de rodovias concedidas e 83.466 quilômetros (80,8%) de rodovias sob gestão pública no Brasil. Do total de rodovias concessionadas, 25,6% apresentaram estado geral inadequado, ao passo que essa condição foi apresentada por 70,4% entre as rodovias geridas pelo poder público. Especificamente quanto ao pavimento, 56,8% das rodovias sob gestão pública apresentaram pavimento com algum tipo de problema, ao passo que 21,6% de rodovias concedidas apresentaram tal condição. Neste sentido, julga-se mais interessante e urgente que as rodovias geridas pelo poder público sejam alvos de estudos.

As rodovias geridas pelo poder público são federais, estaduais ou municipais, e compõem a malha rodoviária brasileira (rodovias concessionadas, inclusive) (CNT, 2018). As rodovias estaduais e municipais (e distritais, como são denominadas as rodovias do Distrito Federal) se

restringem aos seus limites geográficos estaduais e municipais (e distritais, no Distrito Federal), além de serem administradas pelos governos locais.

As rodovias federais, por outro lado, permeiam todo o território nacional, uma vez que compõem a malha arterial básica de viação no Brasil, como dispõe a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 (BRASIL, 2001), e são administradas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Deste modo, ao avaliar apenas as rodovias federais, este estudo consegue um panorama relativamente mais abrangente da eficiência da manutenção do pavimento rodoviário no País, pelo menos no que concerne a aspectos gerenciais.

Quanto ao tipo de pavimento, com vistas à homogeneidade da avaliação, julgou-se prudente restringi-la às rodovias com pavimento flexível, predominantes na malha rodoviária brasileira (Bernucci *et al.*, 2006; Figueiredo, 2015).

O trabalho aqui realizado se divide em cinco capítulos, como apresenta a Figura 1.1, baseada nas etapas de pesquisa de Silva *et al.* (2013). O Capítulo 1 tem como objetivo fazer uma introdução ao trabalho, e é composto por Apresentação, Problema, Objetivos, Justificativa, e Escopo e Estrutura da Dissertação.

Em seguida, no Capítulo 2 é apresentada a revisão da literatura que fundamenta a pesquisa, composta por três tópicos principais: i) Pavimento Rodoviário; ii) Manutenção Rodoviária – Pavimento; iii) Eficiência e Manutenção Rodoviária.

O método utilizado para a avaliação da eficiência da manutenção do pavimento de rodovias brasileiras, parte central desta pesquisa, é apresentado nos Capítulos 3 e 4 (neste último são apresentados e analisados os resultados). Por fim, no Capítulo 5 são expostas as conclusões do trabalho.

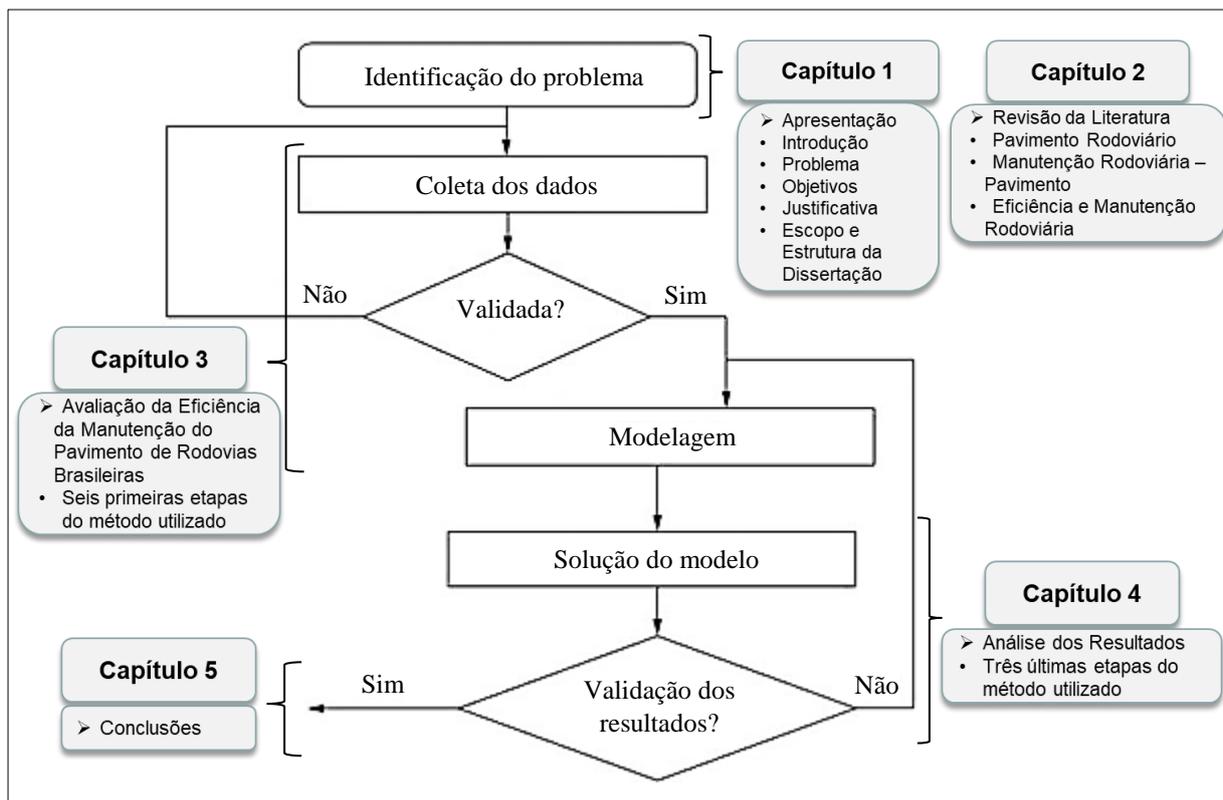


Figura 1.1 – Estrutura da dissertação

2 – REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura é crucial em pesquisas científicas pois as referências consideradas nessa etapa fornecem aos pesquisadores e leitores de seus trabalhos um panorama atualizado e estruturado relacionado à temática estudada (Loureiro *et al.*, 2016; Wee & Banister, 2016).

São apresentados neste capítulo os tópicos de revisão que fundamentam esta pesquisa. Eles foram determinados a partir do problema e dos objetivos da pesquisa.

2.1. PAVIMENTO RODOVIÁRIO

O transporte é uma atividade que influencia as mais diversas atividades humanas. As mais remotas civilizações já destinavam atenções e esforços para o aprimoramento de suas capacidades de transporte de bens e pessoas. Neste sentido, as estradas sempre foram de singular importância (Oglesby & Hewes, 1963; Balbo, 2007).

Desde muitos séculos atrás, a pavimentação acompanhou o desenvolvimento de diversas sociedades, de modo que “percorrer a história da pavimentação nos remete à própria história da humanidade, passando pelo povoamento dos continentes, conquistas territoriais, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento” (Bernucci *et al.*, 2006, p. 11).

Segundo o Glossário de Termos Técnicos Rodoviários (DNER, 1997), estrada pode ser entendida como via de trânsito em zonas não urbanas, termo genérico para designar via terrestre, inclusive rodovia. Rodovia, por sua vez, pode ser entendida como estrada pavimentada que se destina à circulação de veículos automotores.

De acordo com DNIT (2005a), há basicamente quatro critérios para a classificação das rodovias no País. Quanto à administração ou jurisdição podem ser federais, estaduais, municipais ou particulares. Quanto à sua classificação funcional podem ser arteriais (rodovias cuja função principal é a de propiciar mobilidade), coletoras (rodovias que proporcionam um misto de funções de mobilidade e acesso) e locais (abrangem as rodovias cuja função principal é oferecer condição de acesso).

Quanto às suas características físicas, podem ser não pavimentadas, pavimentadas, com pistas simples ou duplas. Nota-se que a designação de rodovias não pavimentadas vai de encontro ao exposto por DNER (1997), que, como já mencionado, entende rodovia como estrada

pavimentada. Por fim, quanto ao seu padrão técnico, dividem-se em classes definidas por critérios técnicos apresentados em DNIT (2005a).

Para compensar a insuficiente resistência do solo natural para suportar a repetição de cargas gerada pelos veículos sem sofrer deformações significativas, é necessário que a estrada seja melhorada pela construção do pavimento (superestrutura) sobre a terraplenagem (infraestrutura) (Bernucci *et al.*, 2006; DNIT, 2006b). Senço (1974) diz que tal estrutura é destinada econômica, técnica e simultaneamente a:

- a) resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- b) melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;
- c) resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento.

Outra definição, similar à de Senço (1974) é apresentada por DNER (1997), segundo a qual o pavimento é a estrutura construída após a terraplenagem, destinada a resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais provenientes dos veículos que ali trafegam, a melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança e resistir aos esforços horizontais, possibilitando maior durabilidade da superfície de rolamento.

Em uma definição complementar às duas anteriormente apresentadas, Bernucci *et al.* (2006) afirmam que o pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços provenientes do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhores condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

Percebe-se, portanto, que a definição básica de pavimento abarca, além de sua condição de estrutura construída sobre a terraplenagem, seus propósitos de resistir a esforços verticais e horizontais, de distribuir os esforços verticais ao subleito e de permitir condições de rolamento que propiciem conforto, segurança e economia aos usuários da rodovia.

Segundo Senço (1974), Yoder & Witczak (1975), Baptista (1978) e Bernucci *et al.* (2006), os pavimentos rodoviários classificam-se tradicionalmente em dois tipos: rígidos e flexíveis. A estrutura típica do pavimento rígido é composta por três camadas. São elas, desde a camada superficial até a mais inferior: revestimento, sub-base e reforço do subleito (quando necessário). Já a estrutura típica do pavimento flexível é composta por quatro camadas, a partir da superficial até a mais inferior: revestimento, base, sub-base e reforço do subleito

(quando necessário). Para mais detalhes sobre as estruturas de pavimentos recomenda-se a leitura de Bernucci *et al.* (2006).

Segundo DNIT (2005a), pavimentos rígidos são aqueles em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve quase todas as tensões provenientes das cargas aplicadas. Já os pavimentos flexíveis são aqueles em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre elas.

A tendência hodierna é que pavimentos rígidos sejam indicados pelos pavimentos de concreto de cimento Portland e que os pavimentos flexíveis sejam identificados como pavimentos de revestimento asfáltico. O principal tipo de revestimento asfáltico no Brasil é o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), ou simplesmente concreto asfáltico (CA), isto é, mistura executada a quente, convenientemente proporcionada de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico (ligante) (DNIT, 2004; Bernucci *et al.*, 2006).

Tem-se, portanto, que pavimento rígido é aquele cuja espessura é fixada em função da resistência à flexão das lajes de concreto e das resistências das camadas subjacentes, sendo seu revestimento uma placa de concreto de cimento Portland devidamente armada, e que pavimento flexível é aquele cujo revestimento é constituído por mistura constituída fundamentalmente por agregados e ligantes asfálticos.

O desempenho adequado do pavimento relaciona-se ao permanente cumprimento de requisitos estruturais e funcionais, ou seja, da disposição da devida habilitação (Yoder & Witczak, 1975; DNIT, 2005a; Bernucci *et al.*, 2006). Tratar-se-á primeiramente dos requisitos funcionais, relacionados ao conforto e à segurança do usuário.

O desempenho funcional do pavimento diz respeito à sua função principal, que é fornecer uma superfície de rolamento adequada. O usuário considera o estado de superfície do pavimento seu aspecto mais importante, pois irregularidades e defeitos superficiais afetam seu conforto e geram maiores custos operacionais (Chasey *et al.*, 1997; Bernucci *et al.*, 2006; DNIT, 2006a).

A avaliação funcional do pavimento é dada segundo sua serventia, descrita como a “qualidade do pavimento, num determinado instante, quanto aos aspectos para o qual foi construído em relação ao conforto ao rolamento e segurança” (Bernucci *et al.*, 2006, p. 441).

Cada veículo que trafega pela rodovia contribui para a deterioração do pavimento, fazendo com que seu estado de superfície piore ao longo do tempo e cause desconfortos aos usuários. O aumento de irregularidades no pavimento significa queda da serventia, também influenciada por fatores climáticos.

Como ilustrado pela Figura 2.1, ainda que seja trafegável, o desempenho da rodovia atinge, antes de chegar ao mínimo de trafegabilidade, o limite de aceitabilidade, que representa as condições mínimas de rolamento do pavimento. Esse limite depende da categoria da rodovia e do tráfego. Nota-se que à medida que o tempo passa e a condição do pavimento piora a deterioração ocorre cada vez mais rapidamente (Fallah-Fini *et al.*, 2015).

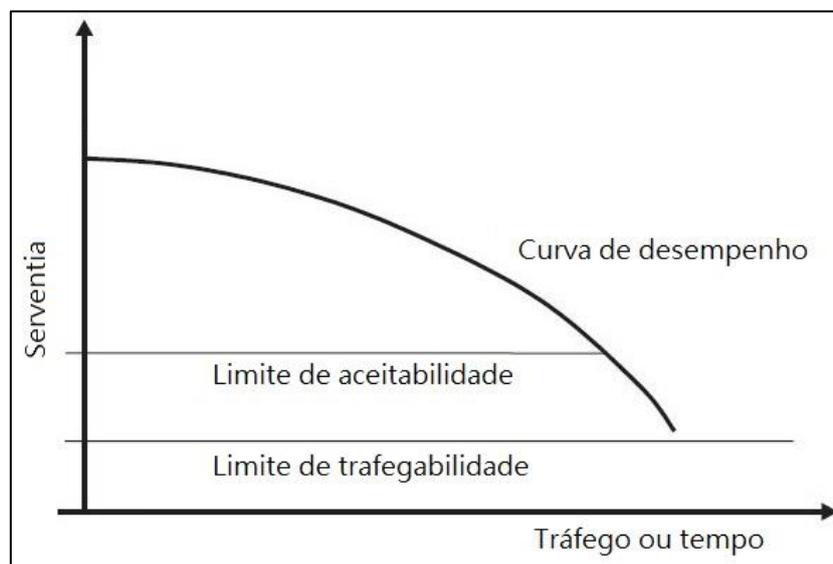


Figura 2.1 – Variação da serventia em relação ao tráfego ou tempo

Fonte: DNIT (2011a) (adaptada)

Os defeitos de superfície “são os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu e classificados segundo uma terminologia normatizada” (Bernucci *et al.*, 2006, p. 413).

Irregularidades e defeitos são importantes também na avaliação da segurança, ainda que a segurança se relacione sobretudo à avaliação do atrito pneu-pavimento, especialmente em pista molhada, que envolve a quantificação da resistência à derrapagem, função da aderência. A textura superficial da pista e características dos pneus são os principais fatores relacionados à aderência pneu-pavimento em pistas molhadas. A perda de contato dos pneus com a superfície do pavimento (perda de atrito) devido à presença de um filme de água não rompido pelos pneus ou pela textura da pista leva o veículo aquaplanar (Bernucci *et al.*, 2006).

Tem-se, em resumo, que “avaliação funcional, incluindo a segurança, (...) tem como palavras-chave: conforto ao rolamento, condição da superfície, interação pneu-pavimento, defeitos e irregularidades” (Bernucci *et al.*, 2006, p. 442).

Já a avaliação do aspecto estrutural diz respeito aos danos ligados à capacidade de carga do pavimento, de modo que os materiais e espessuras de cada camada da estrutura sejam determinados e as condições de integridade dos materiais existentes no pavimento avaliadas, particularmente pela medida de deformações. Avalia-se a integridade de camadas não aparentes (subjacentes ao revestimento), inclusive (DNIT, 2006b; Balbo, 2007).

Segundo Bernucci *et al.* (2006), os defeitos estruturais são causados especialmente pelas repetidas cargas as quais o pavimento deve suportar, e vinculam-se às deformações elásticas (deflexão), responsáveis pela maior parte dos trincamentos que surgem no pavimento, e permanentes (resulta no afundamento de trilha de roda). A principal medida para a avaliação estrutural do pavimento é a de deflexão. Portanto, pode-se atribuir como palavra-chave da avaliação estrutural “capacidade de carga”.

2.2. MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA – PAVIMENTO

A definição de manutenção rodoviária é dada por Greitzer em 1976, *apud* Ozbek (2007). Nota-se que a definição dada por Greitzer encontra em Oglesby & Hewes (1963) ideia idêntica, apenas com algumas diferenças na redação, mas suficientes para tornarem o texto daquele mais simples e claro do que deste.

O ato de preservar e conservar a rodovia, incluindo todos os seus elementos, na condição mais próxima possível da condição original de construção, ou condições subsequentes a um melhoramento; e a operação da rodovia e execução de serviços incidentais para promover o transporte de modo seguro, conveniente e econômico (Ozbek, 2007, p. 92).

Segundo DNIT (2005a), a manutenção rodoviária consolida-se por meio de ações sistemáticas e programadas para responderem a condicionamentos cronológicos e/ou a ocorrência de eventos imprevistos.

O DNIT divide a manutenção rodoviária em cinco grupos de tarefas, chamados de macro atividades. Os cinco grupos são: (DNIT, 2005a):

1. Conservação Corretiva Rotineira: é o conjunto de operações de conservação que tem como objetivo reparar ou sanar um defeito e restabelecer o funcionamento dos componentes da rodovia, propiciando conforto e segurança aos usuários;
2. Conservação Preventiva Periódica: o conjunto de operações de conservação realizadas periodicamente com o objetivo de evitar surgimento ou agravamento de defeitos; tarefas cuja frequência de execução depende do trânsito, topografia e clima;
3. Conservação de Emergência: conjunto de operações necessárias para reparar, repor, reconstruir ou restaurar trechos ou estrutura da rodovia que tenham sido seccionados, obstruídos ou danificados por um evento extraordinário, catastrófico, ocasionando a interrupção do tráfego da rodovia;
4. Restauração: conjunto de operações destinado a restabelecer o perfeito funcionamento de um bem determinado ou avariado, e restabelecer, na íntegra, suas características técnicas originais. Envolve, portanto um conjunto de medidas destinadas a adaptar a rodovia às condições de tráfego atuais e futuras, prolongando seu período de vida. Especificamente quanto ao pavimento, tem a finalidade de conferir ao existente um novo aporte estrutural, com vistas a torná-lo apto a cumprir um novo ciclo de vida;
5. Melhoramentos: conjunto de operações que acrescentam à rodovia características novas ou modificam as características existentes.

Os três primeiros grupos são as três modalidades de conservação rodoviária. Por sinal, conservação e manutenção são termos controversos quanto ao seu emprego. É reconhecida a dificuldade de homogeneidade no emprego de certos termos concernentes à manutenção rodoviária: “a terminologia adotada na documentação pertinente à manutenção rodoviária, por circunstâncias várias, não se reveste da uniformidade ou unidade que seria desejável” (DNIT, 2005a, p. 313).

A manutenção rodoviária é assim apresentada:

Compreende um processo sistemático ao qual, de forma contínua, deve ser submetida uma rodovia para que o usuário disponha, permanentemente, de um tráfego econômico, confortável e seguro, em consonância com competentes preceitos de otimização técnico-econômica do custo total de transporte (DNIT, 2005a, p. 316).

Já a conservação rodoviária é genericamente descrita como:

Conjunto de operações rotineiras, periódicas e de emergência desenvolvidas com o objetivo de preservar as características técnicas e físico-operacionais do sistema rodoviário e das instalações físicas, dentro dos padrões de serviço pré-estabelecidos e compatíveis com os preceitos de otimização técnico-econômica do custo total de transporte (DNIT, 2005a, p. 317).

Todavia, segundo DNIT (2005a), é impróprio atribuir ao termo manutenção o mesmo significado de conservação, visto que o processo de manutenção abarca uma série de grupos de intervenções, dos quais a conservação é um deles.

A dificuldade de homogeneidade no emprego de certos termos também envolve o vocábulo utilizado para o quarto grupo de atividades: restauração. Especificamente quanto ao pavimento rodoviário, em DNIT (2005a) esse termo é utilizado para designar o procedimento pertinente quando o ciclo de vida do pavimento se aproxima de seu fim. Em outro momento, porém, afirma-se que restauração do pavimento é componente, juntamente com reabilitação do pavimento, da recuperação do pavimento. Portanto, recuperação é o termo mais apropriado para o procedimento adequado a ser realizado ao final do ciclo de vida do pavimento.

Tem-se que a restauração do pavimento “é um processo a ser ordinariamente aplicado a um pavimento que, desfrutando ainda da devida habilitação (...) se encontra próximo (...) de alcançar (...) o estágio final do ciclo de vida correspondente” (DNIT, 2005a, p. 318).

Por sua vez, a reabilitação do pavimento “é um processo a ser adotado a um pavimento que (...) já ultrapassou, de forma significativa, o estágio final do ciclo de vida correspondente não desfrutando mais, portanto, da devida habilitação” (DNIT, 2005a, p. 319). Neste caso, apresentam-se anomalias com tendências irreversíveis em termos de desempenho funcional e estrutural.

Já a recuperação do pavimento é definida como a recuperação dos atributos funcionais e estruturais do pavimento, que engloba a restauração e a reabilitação. Assim, restauração e reabilitação do pavimento são, conjuntamente, designações de obras e serviços de recuperação do pavimento (DNIT, 2005a).

Os melhoramentos identificam-se ora às atividades de conservação, ora às de recuperação. Podem ser incluídos na programação de conservação quando emergenciais, ou na programação de recuperação, quando não for evidenciada urgência para realizá-los (DNIT, 2005a).

A literatura estrangeira (especificamente a literatura em língua inglesa) não apresenta diferenciação de nomenclatura genérica para designar a preservação da rodovia de modo que o usuário a disponha continuamente em adequado estado de uso: *maintenance*. Em DNER (1997), esse mesmo termo é utilizado para traduzir tanto o termo manutenção quanto o termo conservação. Faz-se diferenciação entre atividades relativas ações rotineiras e de recuperação.

Ozbek (2007) afirma que há três tipos de manutenção rodoviária:

- **Manutenção Preventiva:** consiste em atividades que são executadas para prolongar a vida útil de ativos da rodovia. Tais atividades seguem um planejamento, buscam prevenir a necessidade de reparos e a deterioração em nível crítico dos ativos rodoviários, fazendo com que as condições funcionais gerais da rodovia sejam mantidas ou melhoradas, não sendo necessária intervenção para melhoria estrutural. É, portanto, uma manutenção planejada, cíclica, não condicionada e não visa adição de capacidade estrutural;
- **Manutenção Restauradora (Reativa):** compreende atividades executadas para restabelecer ativos rodoviários ao estado mais próximo possível da condição original. Envolve pequenos reparos e reposições de certos itens (componentes). É executada em ativos ainda em funcionamento e estruturalmente adequados, mas com pequenos defeitos;
- **Manutenção Reabilitativa:** este tipo de manutenção consiste em reparos maiores e reposições. São reconstruções, consideravelmente mais caras do que os outros dois tipos de manutenção mencionados.

Ozbek (2007) aponta ainda um tipo adicional de manutenção, intrínseco ao conceito de manutenção rodoviária: resposta ao incidente. Refere-se a atividades que visam garantir a fluidez do tráfego de veículos, em resposta a incidentes emergenciais que ocorrem na rodovia, como espalhamento de materiais perigosos nas pistas.

A manutenção preventiva e a manutenção restauradora são conjuntamente entendidas como manutenção rotineira por Ozbek (2007). Especificamente sobre a manutenção de pavimento rodoviário, Yoder & Witczak (1975) consideram dois tipos:

- Manutenção Rotineira: chamada também de manutenção cotidiana, inclui correções no pavimento, e não é executada em períodos específicos;
- Manutenção Maior: consiste na recuperação do pavimento, de modo a restabelecer suas condições originais.

Tem-se, portanto, que manutenção significa “qualquer ação que mantém a rodovia em condições satisfatórias de operação” (DNIT, 2007, p. 6), e que suas ações se subdividem em diversos grupos, notoriamente carentes de homogeneidade na literatura.

A fim de superar tal dificuldade relacionada ao emprego de termos e seus significados, propõe-se uma divisão harmônica dos tipos de manutenção rodoviária (particularmente do pavimento) a partir dos dois tipos apresentados por Yoder & Witczak (1975), revistos sob a perspectiva dos apontamentos de DNIT (2005a) e de Ozbek (2007). O primeiro tipo (manutenção rotineira) compreende o que é apresentado em DNIT (2005a) como conservação e em Ozbek (2007) igualmente como manutenção rotineira (manutenção preventiva e manutenção restauradora conjuntamente). Já o segundo tipo (manutenção maior) compreende o que é apresentado como recuperação em DNIT (2005a) e manutenção reabilitativa em Ozbek (2007). Melhoramentos, como apresenta DNIT (2005a), ora enquadram-se na manutenção rotineira, ora na manutenção maior.

Opta-se aqui, porém, por substituir o termo manutenção maior pelo termo recuperação, pois se entende que este é mais simples e intuitivo do que aquele. Tem-se, portanto, a divisão da manutenção rodoviária em dois tipos: manutenção rotineira e recuperação, conforme a Figura 2.2.

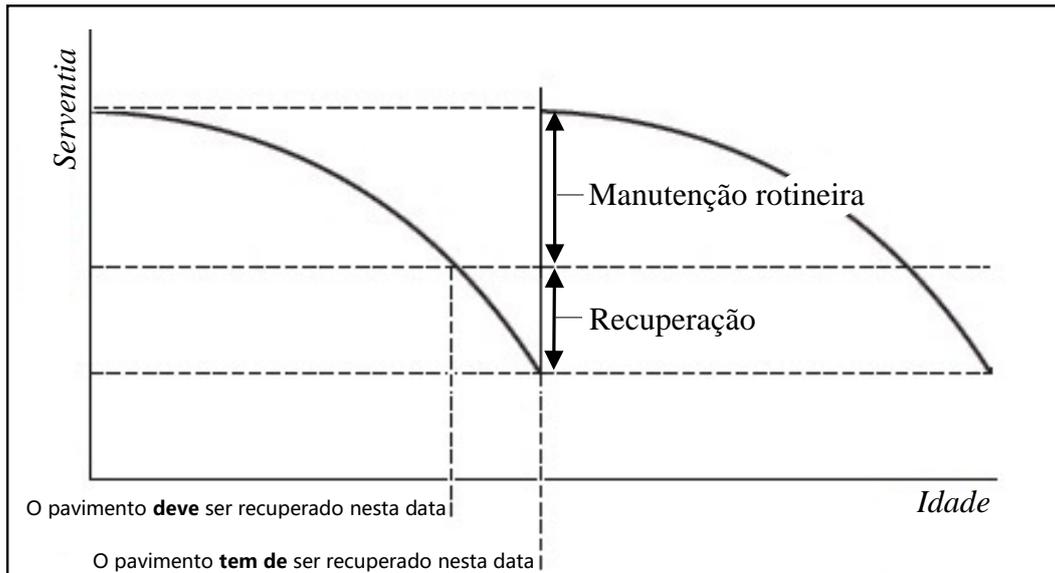


Figura 2.2 – Curva de desempenho do pavimento e os tipos de manutenção propostos

Fonte: DNIT (2005a) (adaptada)

Segundo o DNIT, as atividades de manutenção rotineira são devidas desde a construção do pavimento até momento próximo do final do ciclo de vida do pavimento, quando o procedimento pertinente passa a ser sua recuperação. Cada ciclo de vida do pavimento é previsível de acordo com o prognóstico das ações do tráfego e do ambiente (DNIT, 2005a).

Se o ciclo de vida do pavimento chegar ao seu fim e não for realizada recuperação oportunamente, as intervenções necessárias se tornam significativamente mais onerosas e conferem pequena sobrevida aos segmentos então tratados (DNIT, 2005a).

A manutenção rotineira pode prolongar a vida útil do pavimento de modo que este apresente adequado desempenho ao longo de seu ciclo de vida, como ilustra a Figura 2.3.

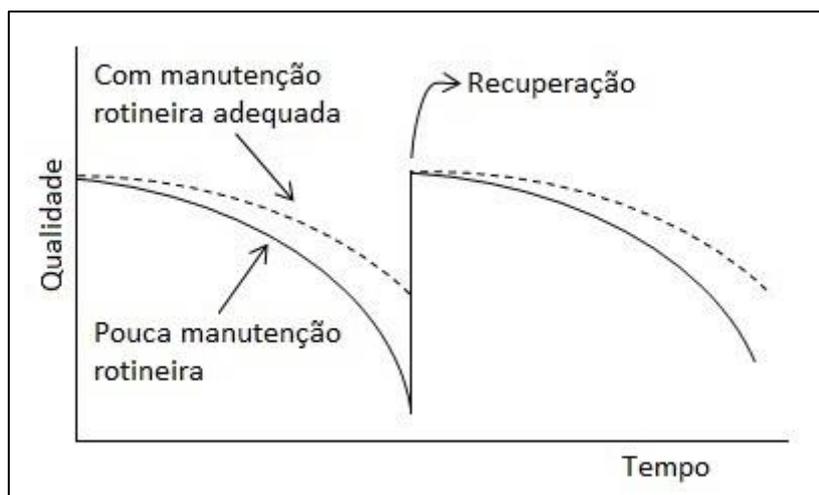


Figura 2.3 – Influência da manutenção rotineira na curva de desempenho do pavimento

Fonte: Yoder & Witczak (1975) (adaptada)

2.2.1. DNIT e os Contratos de Manutenção

Segundo a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 (BRASIL, 2001), o Sistema Federal de Viação (SFV) tem três objetivos essenciais: dotar o Brasil de infraestrutura viária adequada, garantir a operação racional e segura dos transportes de pessoas e bens, e promover o desenvolvimento social e econômico e a integração nacional.

De acordo com a legislação, a União deve exercer suas competências relativas ao SFV diretamente, por meio de órgãos e entidades da administração federal, ou mediante concessão, autorização ou arrendamento a empresa pública ou privada ou parceria público-privada (BRASIL, 2011). A União exerce diretamente as referidas competências por meio do DNIT, responsável pelo planejamento, construção, manutenção, operação e exploração das vias federais, rodovias inclusive.

De acordo com DNIT (2017a), o DNIT é uma autarquia federal vinculada ao Ministério dos Transportes. Foi criada pela Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 e possui sede em Brasília (BRASIL, 2001). Seu objetivo é gerir e executar, sob a jurisdição do Ministério dos Transportes, as vias navegáveis, ferrovias e rodovias federais, instalações de vias de transbordo e de interface intermodal e instalações portuárias fluviais e lacustres.

Em suma, o DNIT existe para implementar, em sua esfera de atuação, a política formulada para a administração da infraestrutura do SFV, que compreende, dentre outras atividades, a manutenção das rodovias sob sua jurisdição, ou seja, as rodovias federais (BRASIL, 2001).

Segundo Alves & Santarem (2015), atualmente o DNIT cumpre suas obrigações acerca da manutenção das rodovias federais por meio de contratos de manutenção firmados com empresas privadas, concentrando-se na gestão dos contratos com as empreiteiras, avaliação de seus desempenhos e planejamento da aplicação dos investimentos disponíveis.

Até a década de 1970, a manutenção de rodovias no Brasil era executada por profissionais e equipamentos próprios (*in-house forces*). A partir dessa década, passou a vigorar a chamada contratação tradicional de obras e serviços de manutenção rodoviária, em que as tarefas realizadas pelas empresas contratadas eram remuneradas com base no custo por “homem-hora”, por “equipamentos-hora” e no material, acrescido de um percentual, a título de bonificação. Esses dois tipos de abordagens são entendidos como manutenção tradicional (DNIT, 2005a; Ozbek, 2007; Alves & Santarem, 2015; Figueiredo, 2015).

Alternativamente à manutenção tradicional, a partir do final da década de 1990, surge o modelo CREMA (sigla para Contrato de Restauração e Manutenção) (como exposto na seção 2.2, restauração é um termo por vezes utilizado para designar o que, em certo momento, DNIT (2005a) entende como um procedimento mais amplo, que envolve, além da restauração, a reabilitação do pavimento, de modo que aqui se entende ser mais apropriado identificá-lo como recuperação do pavimento), um tipo de contrato baseado em desempenho (DNIT, 2005a; Lancelot, 2010; Alves & Santarem, 2015; Figueiredo, 2015).

Segundo Ozbek (2007), um contrato baseado em desempenho especifica os resultados desejados em vez dos processos desejados. Essa característica desse tipo de contrato gera dois resultados importantes. O primeiro é a imposição do risco de deficiência do projeto ao contratado. O segundo é que, não raramente, faz com que o contratado busque métodos inovadores de operação.

Os contratos CREMA visam seguir a tendência mundial de busca pela concentração de todo o complexo das atividades da manutenção rodoviária. As obras e serviços previstos são (DNIT, 2016):

- Execução de obras de recuperação funcional e/ou estrutural do pavimento das pistas e acostamentos;
- Manutenção do pavimento das pistas de rolamento e acostamentos;
- Conservação rotineira dos elementos constituintes da faixa de domínio da rodovia.

O CREMA prevê que o DNIT exerça atividades de fiscalização e supervisão, que compreendem o acompanhamento da execução das obras e serviços, a avaliação sistemática do desempenho da empresa contratada por meio da implementação de monitoramento, considerando, para tanto, padrões de desempenho e a elaboração de relatórios mensais (DNIT, 2005a).

Os contratos CREMA subdividem-se em duas fases: CREMA 1ª Etapa e CREMA 2ª Etapa (ou CREMA I e CREMA II, respectivamente). Os contratos CREMA I têm duração de dois anos. São previstas intervenções de caráter funcional, serviços de manutenção de pistas e acostamentos e serviços da faixa de domínio. Os contratos CREMA II possuem duração de cinco anos. No CREMA II, são incluídas tarefas relacionadas à estrutura do pavimento (Alves & Santarem, 2015; DNIT, 2005b, 2007).

Em suma, tem-se que no CREMA I as intervenções são de caráter funcional. Por sua vez, no CREMA II caracterizam-se não apenas intervenções de caráter funcional, mas também estrutural.

Segundo Alves & Santarem (2015) e Figueiredo (2015), além do CREMA, outros dois tipos de contratos de manutenção rodoviária são utilizados pelo DNIT: restauração tradicional e conservação tradicional. A restauração tradicional prevê intervenções de restauração com projetos específicos de redimensionamento do pavimento, admitindo correções geométricas na pista existente. Esse é um tipo de contrato destinado a casos específicos e mais graves.

Já a conservação tradicional não inclui restauração, e a referência é o orçamento elaborado a partir do Plano Anual de Trabalho e Orçamento (PATO). Trata-se de “projeto simplificado que serve de base para a licitação e contratação de manutenção rodoviária e contempla serviços rotineiros, periódicos e emergenciais” (Figueiredo, 2015, p. 64). Além desses três tipos principais de contrato, há ainda os contratos de restauração de pista e contratos de duplicação.

Os contratos CREMA são os mais importantes para o DNIT, visto que apresentam resultados melhores do que os de outros tipos de contratos quando comparados trechos rodoviários sob suas coberturas (Lancelot, 2010; Alves & Santarem, 2015; Figueiredo, 2015). Essa afirmação foi corroborada por gestores do órgão.

2.3. EFICIÊNCIA E MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA

A avaliação proposta neste trabalho versa sobre a eficiência da manutenção de pavimentos rodoviários. O conceito de eficiência relaciona-se ao de desempenho, que se trata da execução competente e eficiente de um trabalho, atividade, empreendimento etc. Como competência é a qualidade de quem é capaz de fazer determinada coisa, é plausível entender que o desempenho exige eficácia e eficiência. De fato, a eficiência é um componente primordial do desempenho, que, assim, pode ser compreendido como as relações entre eficiência e eficácia (Drucker, 1964; Ferreira, 1986).

Neste sentido, eficácia indica o nível de realização dos objetivos de algum empreendimento. Quanto mais alto o for, maior a eficácia. Por sua vez, a eficiência indica a utilização produtiva (ou econômica) dos recursos necessários para certa atividade. Quanto mais alto o grau de produtividade ou de economia, maior a eficiência. Em outras palavras, a eficácia é o componente da mensuração de desempenho que busca responder se as coisas certas estão sendo feitas, e a eficiência é o componente que visa responder se as coisas estão sendo feitas da maneira certa (Stoner & Freeman, 1995; Megginson *et al.*, 1998; Piñero, 2003; Maximiano, 2011).

A forma mais simples e genérica de representação da eficiência é a razão de *output* por *input*. Um *input* é qualquer recurso que contribui para a produção de um *output* por meio de algum processo. Já um *output* é o produto resultante da transformação de *input(s)* por meio de algum processo. Conseqüentemente, um processo é uma sequência de mudanças em *input(s)* que resultam em *output(s)* (Ferreira, 1986; Daraio & Simar, 2007).

Em casos que envolvam múltiplos *inputs* e *outputs*, tal como a manutenção rodoviária, uma razão por vez deve ser executada. De acordo com Sexton (1986) e Costello *et al.* (2017), uma razão pode indicar que uma unidade de avaliação é eficiente, não obstante outra indique o contrário, o que faz com que os decisores possam não conseguir chegar a conclusões acerca da eficiência geral do processo avaliado.

Pode-se, no entanto, superar o problema das múltiplas razões pela incorporação de todos os *inputs* e *outputs* em uma única medida. A razão passa a ser entre a soma ponderada de *outputs* pela soma ponderada de *inputs*. Neste sentido, pesos para cada variável devem ser previamente indicados. Apesar de técnicas como *Analytic Hierarchy Process* (AHP) poderem ser utilizadas como suporte na determinação subjetiva de pesos, elas ainda pressupõem

domínio suficiente da importância relativa de cada *input* e *output* do processo avaliado por parte dos indivíduos, o que pode ser imprudente – até mesmo improvável – para avaliações acerca da manutenção rodoviária, haja vista sua complexidade (Golany & Roll, 1989; Boussofiane *et al.*, 1991; Costello *et al.*, 2017).

Pode-se, alternativamente, avaliar a eficiência por meio de uma abordagem paramétrica, pela qual o nível de produção de *output* é modelado em função dos *inputs* envolvidos por meio de análise de regressão. Assim, cria-se uma relação que representa a eficiência média das unidades. As unidades que produzem mais *output* do que o modelo prevê são consideradas relativamente eficientes (produzem mais do que o modelo prevê), e as que produzem menos são consideradas relativamente ineficientes (produzem menos do que o modelo prevê) (Sexton, 1986; Charnes *et al.*, 1994).

Segundo Sexton (1986), como a eficiência é mensurada segundo um desempenho médio hipotético, as possibilidades de informações possíveis a serem auferidas quanto às melhorias que podem ser obtidas por unidades ineficientes são escassas. Essa abordagem apresenta ainda a fraqueza de demandar a especificação equacional de como *inputs* e *output* se relacionam, o que para processos complexos como a manutenção rodoviária, apresenta um risco inoportuno de imprecisão da análise.

A avaliação da eficiência de processos pode ser realizada também por Análise Envoltória de Dados. Essa abordagem, indicada pela sigla DEA (*Data Envelopment Analysis*), é um método matemático baseado em programação linear utilizado para avaliação da eficiência do desempenho de firmas, organizações, agências ou quaisquer unidades em processos semelhantes. Trata-se de um método não paramétrico que permite a análise da eficiência relativa de uma unidade em comparação com outras em processos com *inputs* e *outputs* comuns. Essas unidades são denominadas *Decision Making Units* (DMUs), e podem ser qualquer ponto de interesse para os decisores (Charnes *et al.*, 1991; Avkiran, 2006; Costello *et al.*, 2017).

Tal abordagem permite a consideração de processos com múltiplos *inputs* e *outputs* e gera um único escore de desempenho para cada unidade, determinado em relação às outras unidades do conjunto. A ponderação dos *inputs* e *outputs* é feita matematicamente de modo mais benéfico a cada unidade. Por outro lado, é altamente dependente de precisão de dados, pois qualquer dado falso ou equivocado torna os resultados inúteis (Boussofiane *et al.*, 1991; Rouse *et al.*, 1997; Avkiran, 2006).

Avaliações de eficiência também podem valer-se da abordagem de Dinâmica de Sistemas. Sua aplicação tem como objetivo entender e simular o comportamento dinâmico de sistemas ou processos complexos por meio das relações dinâmicas entre as variáveis do sistema, de modo que seja possível prever cenários. A modelagem é pautada em critérios de tomada de decisão, *feedbacks* e simulação para avaliação do impacto de decisões. De modo geral, apresenta-se um modelo verbal do sistema ou processo analisado, que então é traduzido em um diagrama causal, a partir do qual se formulam as relações matemáticas entre os componentes do sistema ou processo (Chasey *et al.*, 1997).

Busca-se identificar três características do processo ou sistema. A primeira são as relações de causa e efeito entre os elementos do processo ou sistema. Estas são identificadas pela participação de decisores e usuários do sistema. A segunda característica são os tempos de resposta de decisões estratégicas importantes (intervalo de tempo entre a decisão e seu efeito no sistema ou processo). A terceira característica são os efeitos de *feedbacks* das decisões referentes ao sistema ou processo, que podem ser positivos (reforço da decisão) ou negativos (correção da decisão) (Sterman, 2000; Villela, 2005).

Embora a Dinâmica de Sistemas possa fornecer informações relevantes, como informações relativamente objetivas sobre as causas de ineficiências, tal abordagem demanda a disposição de dados de modo diretamente proporcional à complexidade do sistema ou processo analisado; as relações equacionais entre os componentes são dependentes da disponibilidade de dados para tanto, o que pode ser inexecutável em alguns casos ou tornar a análise frágil pela utilização de sucedâneos pouco robustos, sobretudo por envolver o aspecto simulatório. Por exemplo, o trabalho de Fallah-Fini *et al.* (2015) representa um marco na utilização dessa abordagem para análise de eficiência relativa à manutenção rodoviária, mas apresenta limitações importantes relacionadas a relativa escassez de dados e utilização de outros de caráter especulativo.

Diante do exposto, entendeu-se que a DEA é a abordagem mais apropriada para a avaliação que este trabalho pretende realizar. Justifica-se a escolha da abordagem DEA primordialmente por considerar simultaneamente todas as variáveis relacionadas ao processo, não avaliar a eficiência segundo uma média hipotética, mas conforme o(s) melhor(es) desempenho(s) do conjunto investigado, e por avaliar objetivamente a eficiência, segundo a lógica matemática que a fundamenta.

Fortalece tal escolha a afirmação de Ozbek *et al.* (2009):

[pode-se afirmar que a DEA] é uma poderosa ferramenta para tomada de decisão que pode ser utilizada por profissionais de transportes e gestores no esforço de avaliar e, conseqüentemente, melhorar a eficiência de processos, seja quanto à construção, manutenção, operação, trânsito ou outro serviço relacionado ao transporte (Ozbek *et al.*, 2009, p. 822).

2.3.1. Análise Envoltória de Dados (DEA)

A revisão da literatura sobre a abordagem DEA aqui realizada apresenta inicialmente uma introdução aos principais aspectos da DEA, e em seguida seus fundamentos matemáticos de programação linear.

Inicialmente proposta por Charnes *et al.* (1978), a abordagem DEA pode ser aplicada nas mais diversas áreas de estudo para análise de eficiência, como na área da educação, da saúde, área financeira e transportes (Avkiran, 2006).

O principal objetivo da DEA é comparar a eficiência de DMUs – unidades produtivas relativamente homogêneas, ou seja, que realizam tarefas similares – que se diferenciam apenas nas quantidades (mas não nas qualidades) de *inputs* utilizados e *outputs* gerados (Boussofiane *et al.*, 1991; Mello *et al.*, 2005).

A eficiência avaliada pela DEA é relativa, uma vez que é calculada segundo o conjunto específico de DMUs. O escore de eficiência é expresso por um número entre 0 e 1, ou uma porcentagem entre 0 e 100%. A unidade com eficiência igual a 1 ou 100% é considerada eficiente, ao passo que unidades com eficiência menor do que 1 ou 100% são consideradas ineficientes (Avkiran, 2006).

A ideia capital dessa abordagem é a construção de uma fronteira empírica de eficiência. As DMUs localizadas na fronteira de eficiência agem como *benchmarks* (pares; unidades de referência) para as DMUs ineficientes (Rosano-Peña *et al.*, 2012; Silveira *et al.*, 2012; Cook *et al.*, 2014).

Uma DMU identificada como ineficiente pode alcançar a eficiência por duas formas básicas: redução da utilização de insumos (*inputs*), mantendo o nível de produção (*outputs*), ou aumento da produção (*outputs*), mantendo a quantidade de insumos utilizados (*inputs*). Em certos casos os *inputs* são inflexíveis, de modo que a orientação ao *output* seja mais adequada. Em outros, os *outputs* não podem ser alterados, o que demanda a orientação ao

input (Golany & Roll, 1989; Avkiran, 2006). A Figura 2.4 ilustra o princípio da maximização de *output*. A fronteira de eficiência passa pelas DMUs eficientes B, C e D.

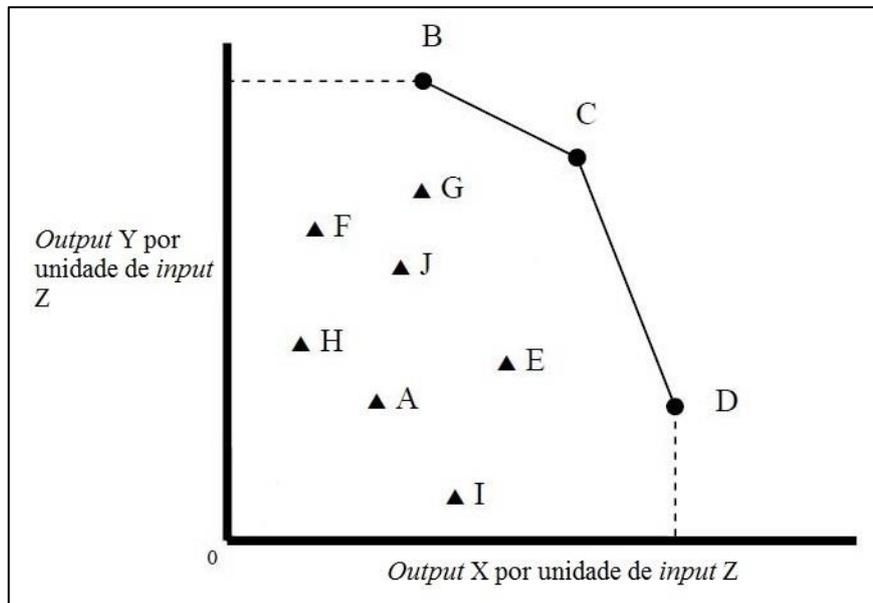


Figura 2.4 – Fronteira de eficiência genérica para 2 *outputs* e 1 *input*

Fonte: Avkiran (2006) (adaptada)

A Figura 2.5, por sua vez, representa o princípio de minimização de *input*. A fronteira de eficiência passa pelas DMUs B, C e D.

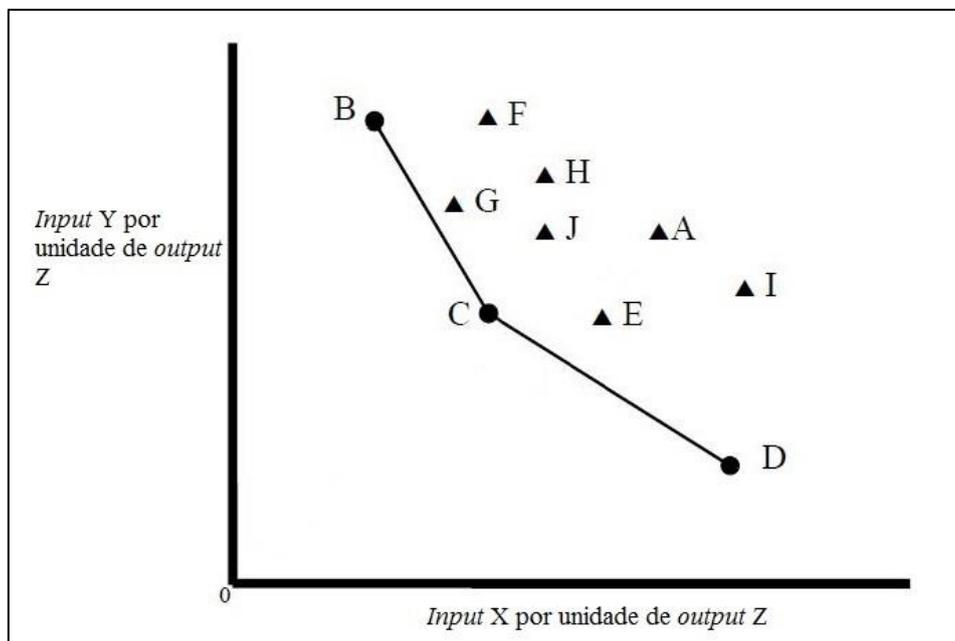


Figura 2.5 – Fronteira de eficiência genérica para 2 *inputs* e 1 *output*

Fonte: Avkiran (2006) (adaptada)

O escore de eficiência de cada unidade pode ser mensurado graficamente por uma razão fundamentada na distância entre o ponto que se encontra a unidade no plano e a fronteira eficiente. A Figura 2.6 ilustra essa ideia. A DMU A é projetada até a fronteira de eficiência (A'), e o escore de eficiência é dado pela razão OA' / OA . Esta razão resultará em um número menor do que 1. A projeção A' é obtida pela contração radial de *inputs* da DMU A.

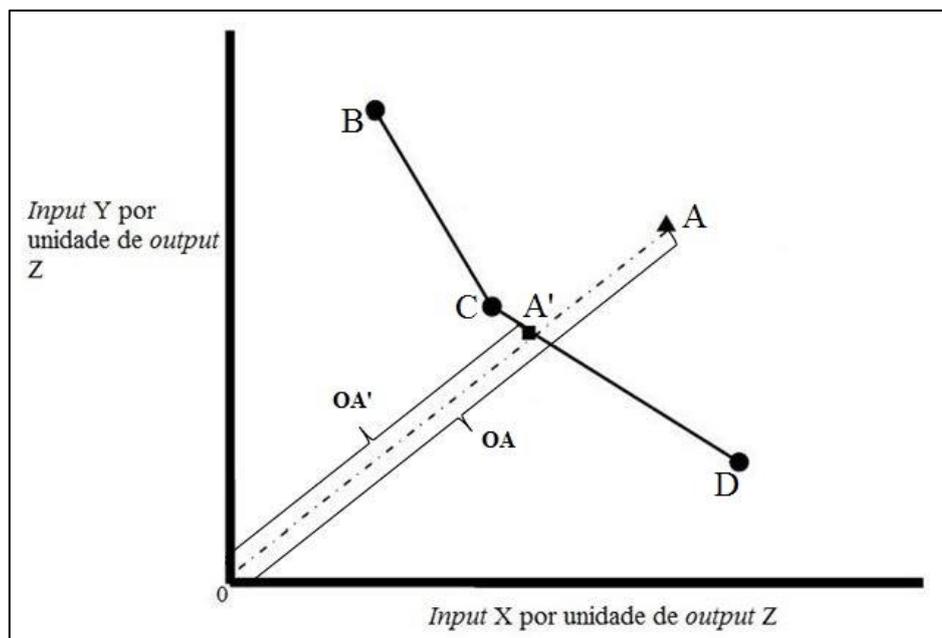


Figura 2.6 – Indicação gráfica para cálculo do escore de eficiência de uma DMU

Fonte: Avkiran (2006) (adaptada)

Uma unidade produtiva é estritamente eficiente se uma redução em algum *input* implicar em aumento de pelo menos outro *input* (dado nível constante de *output*), e se um aumento em algum *output* implicar na redução de pelo menos outro *output* (dado nível constante de *input*). A isso se denomina Pareto eficiência; possuem eficiência fraca (Charnes *et al.*, 1978).

Na Figura 2.7, por exemplo, as DMUs A e E, apesar de estarem na fronteira de eficiência, não são tecnicamente eficientes. Para a DMU A, uma redução no *input* Y é possível sem a implicação de um aumento do *input* X. Para a DMU E, uma redução no *input* X é possível sem o aumento do *input* Y. Deste modo, sabe-se que as unidades produtivas localizadas nas porções da fronteira de eficiência paralelas aos eixos do gráfico possuem eficiência fraca.

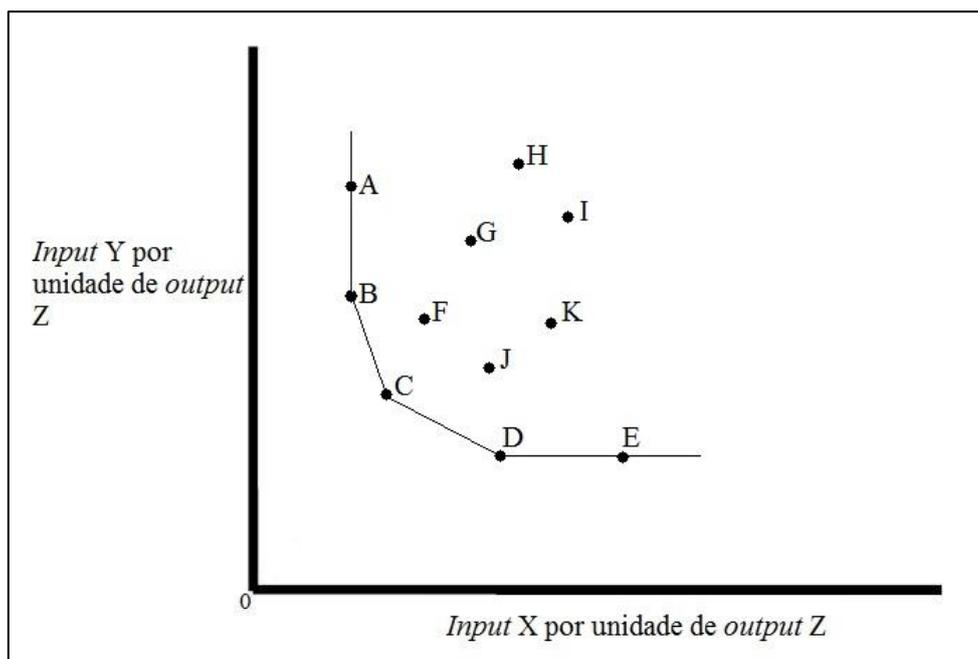


Figura 2.7 – Ilustração de eficiência fraca (DMUs A e E)

Há dois modelos DEA clássicos, o CCR e o BCC. O modelo DEA inicial de Charnes *et al.* (1978) foi designado pela sigla CCR (iniciais dos sobrenomes dos autores desse trabalho). Esse modelo foi desenhado para análises de casos com retornos constantes de escala, ou seja, para casos em que qualquer variação nos *inputs* produz variação proporcional nos *outputs*. Por isso, esse modelo também é conhecido como modelo CRS (referente a *Constant Returns to Scale*).

O modelo proposto por Banker *et al.* (1984) tornou-se conhecido como BCC (iniciais dos sobrenomes dos autores desse trabalho). Esse modelo permite a inclusão de retornos variáveis de escala, pois não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. É também conhecido como modelo VRS (referente a *Variable Returns to Scale*). Os modelos CCR e BCC diferenciam-se pelo fator de escala, que aparece apenas no modelo BCC (Carvalho *et al.*, 2010; Rosano-Peña *et al.*, 2012; Silveira *et al.*, 2012; Macambira Filho, 2014).

Nota-se que há uma literatura muito vasta sobre DEA. São desdobramentos e adaptações das proposições básicas CCR e BCC. Para uma interessante apresentação de diversos desenvolvimentos metodológicos no campo da DEA, recomenda-se o trabalho de Cook & Seiford (2009).

O modelo DEA-BCC foi proposto a fim de estimar a chamada eficiência técnica pura, dada pela eliminação da influência da ineficiência de escala na eficiência técnica, ou seja, do

impacto que pode ter o porte inadequado das unidades na avaliação da eficiência. No modelo DEA-CCR, para uma unidade ser considerada eficiente é necessário que ela tenha eficiência técnica e de escala (Rosano-Peña *et al.*, 2012).

O modelo BCC, com a introdução do fator de escala, permite que se isole a parte da ineficiência produtiva que se deve à ineficiência técnica, eliminando o componente devido a um porte de produção inadequado. Ou seja, o DEA-BCC interpreta que em diferentes escalas as DMUs podem apresentar parâmetros diferentes de eficiência, já que as condições que influenciam a produção também são diversas (Benicio & Mello, 2014).

Assim, o modelo DEA-BCC permite que as organizações pequenas se comparem com as pequenas e as grandes com as grandes. Recomenda-se o uso desse modelo quando a escala de operações das organizações produtivas não está sob o controle dos gestores (Rosano-Peña *et al.*, 2012).

Nota-se, portanto, que (Avkiran, 2006):

- Eficiência técnica: indica a habilidade de uma organização em maximizar a relação do uso de *inputs* e geração de *outputs*. É a eficiência no sentido estrito.
- Eficiência técnica pura: ocorre quando se emprega o menor nível de insumos possível para produzir um nível dado de produção, ou quando se obtém o maior nível de produção possível com um dado nível de insumos, independentemente da natureza dos retornos de escala.
- Eficiência de escala: ocorre quando uma unidade produtiva atinge o tamanho (porte ou escala) de máxima produtividade. Razão entre eficiência técnica e eficiência técnica pura.

A Figura 2.8 ilustra, para um caso de único *input* e único *output*, a fronteira CCR, dada por uma reta que tem como referência a(s) unidade(s) de maior produtividade (aquela(s) cuja(s) reta(s) que a(s) liga(m) à origem tem o maior coeficiente angular possível), e a fronteira BCC, formada por retas que unem os pontos mais eficientes, caracteristicamente convexa. Uma DMU CCR eficiente é também BCC eficiente, mas uma DMU BCC eficiente não é necessariamente CCR eficiente (Mello *et al.*, 2005; Cook & Seiford, 2009).

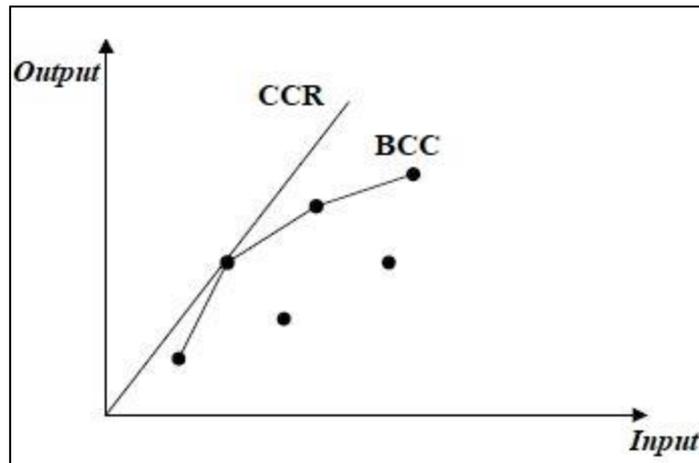


Figura 2.8 – Representação das fronteiras BCC e CCR

Fonte: Dyson *et al.* (2001) (adaptada)

A partir deste ponto a abordagem DEA será apresentada segundo seus fundamentos matemáticos, e, por vezes, serão retomados pontos mencionados em caráter introdutório na primeira parte desta seção.

Inicialmente, a medida de eficiência para uma unidade analisada pode ser traduzida matematicamente pela razão entre a soma ponderada de *outputs* e a soma ponderada de *inputs*, como na Equação 2.1 (Mello *et al.*, 2005; Avkiran, 2006; Cook & Seiford, 2009).

$$\text{Escore de eficiência} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (2.1)$$

Onde:

- s = número de *outputs*.
- u_r = peso do *output* r .
- y_{r0} = quantidade de *output* r da unidade j_0 .
- m = número de *inputs*.
- v_i = peso do *input* i .
- x_{i0} = quantidade de *input* da unidade j_0 .

Em DEA, o escore de eficiência é maximizado sujeito à restrição de que as razões ponderadas para todas as DMUs sejam iguais ou menores do que 1, tal como na Formulação 2.1, em que θ (função objetivo) indica o escore de eficiência.

$$\text{Maximizar } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (\text{Formulação 2.1})$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

Onde:

- n = número de DMUs analisadas.
- y_{rj} , x_{ij} = *outputs* e *inputs* conhecidos da j -ésima DMU e são todos positivos.
- u_r , v_i = pesos dos *outputs* e *inputs* a serem determinados pela solução do problema de otimização.

Embora os *outputs* e *inputs* possam ser medidos e inseridos nessa formulação sem padronização, a determinação de um conjunto comum de pesos pode ser problemática. As DMUs podem ponderar os *outputs* e *inputs* de formas diferentes devido a julgamentos subjetivos. Assim, o conjunto ótimo de ponderadores u_r , v_i é derivado em DEA por meio de um problema de programação linear (Rosano-Peña *et al.*, 2012).

Para que a programação fracionária seja transformada em um problema de programação linear, o denominador é definido como uma constante e o numerador é maximizado. Tem-se, então, o modelo DEA-CCR primal, que pode ser orientado ao *input* ou ao *output*. Para cada DMU é formulado um problema de otimização (Charnes *et al.*, 1978; Avkiran, 2006).

Em essência, essa formulação investiga os pesos para cada *input* (v_i) e *output* (u_r) pela maximização da eficiência de cada DMU, sujeita a restrição de que tais pesos, quando aplicados às razões de *output* por *input* de todo o conjunto de DMUs, resultam em um escore de eficiência entre 0 e 1. Os pesos calculados são específicos e não são sujeitos à subjetividade, pois são determinados por cada DMU pelas sujeições indicadas pela programação linear para maximizar os escores de eficiência. A Formulação 2.2 é DEA-CCR primal orientada ao *input*.

$$\text{Maximizar } \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad \text{(Formulação 2.2)}$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

O cálculo algébrico do escore de eficiência de uma DMU é feito a partir dos pesos identificados para cada *input* e *output*. O mesmo escore também pode ser encontrado por análise gráfica, como foi ilustrado pela Figura 2.6.

A eficiência também pode ser orientada ao *output*, por uma formulação pela qual é indicado o nível em que se pode aumentar a produção de *outputs* pela DMU sem alterar o nível de *inputs* utilizados pela DMU. A formulação DEA-CCR primal orientada ao *output* é dada pela Formulação 2.3.

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} \quad \text{(Formulação 2.3)}$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

Os escores de eficiência, pesos dos *inputs* e *outputs* e projeção na fronteira eficiente são informações interessantes fornecidas pela solução das formulações apresentadas até aqui.

Todavia, os problemas expostos podem ser apresentados em sua estrutura dual para que novas informações possam ser obtidas. A versão dual não apenas indica os pares (unidades eficientes com pesos similares que funcionam como *benchmarks* para as DMUs ineficientes), mas também suas importâncias relativas. Assim, identificam-se algebricamente os alvos (*targets*) das DMUs ineficientes (Boussofiane *et al.*, 1991).

Para cada formulação de programação linear há uma formulação dual correspondente. Os princípios da dualidade são formalmente expressos em termos genéricos pelas Formulações 2.4 e 2.5 (Bradley *et al.*, 1977).

$$\text{Maximizar } \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad \text{(Formulação 2.4)}$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i$$

$$x_j \geq 0$$

$$i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n$$

A Formulação 2.4 expressa o problema primal. Por sua vez, a Formulação 2.5 expressa a o problema dual correspondente

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^m b_i y_i \quad \text{(Formulação 2.5)}$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} y_i \geq c_j$$

$$y_i \geq 0$$

$$i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n$$

Se no problema primal objetiva-se a maximização da função objetivo, no problema dual correspondente o objetivo será minimização, e vice-versa. O número de restrições do dual corresponde ao número de variáveis do primal, e os coeficientes da função objetivo do primal

são os termos independentes das restrições do dual (Clímaco *et al.*, 2003; Andrade, 2015). A Formulação 2.6 apresenta a formulação DEA-CCR dual orientada ao *input*.

Minimizar θ_0 (Formulação 2.6)

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta_0 x_{i0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

Onde:

- θ = eficiência.
- λ_j = pesos dos pares das DMUs a serem determinados pela solução do problema de otimização.
- s_i^- e s_r^+ = vetores não-negativos de folga associados a desigualdades de *input* e *output*, respectivamente.

Os valores de λ_j indicam as coordenadas de uma DMU hipotética formada com base nos pares da DMU sob análise, com *outputs* iguais a $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}$ e *inputs* iguais a $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}$. Quanto maior o valor de λ , maior a contribuição da DMU eficiente na formação do alvo da DMU ineficiente. Uma DMU é eficiente quando nenhuma outra unidade (ou composição de unidades) apresenta desempenho melhor, ou seja, quando seu escore de eficiência é igual a um, não há folgas e o valor λ de todas as outras unidades é igual a zero. Se for identificada alguma folga, a DMU com escore de eficiência igual a um não é considerada propriamente eficiente, pois possui a chamada eficiência fraca (Boussofiane *et al.*, 1991). A Formulação 2.7 apresenta a formulação DEA-CCR dual orientada ao *output*.

Maximizar θ_0 (Formulação 2.7)

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta_0 y_{r0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

Até aqui, as formulações assumiram que as DMUs experienciam retornos constantes de escala. Para os casos em que os retornos de escala são variáveis, são necessárias as formulações do modelo DEA-BCC. A Formulação 2.8 apresenta a formulação DEA-BCC orientada ao *input*.

Minimizar θ_0 (Formulação 2.8)

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta_0 x_{i0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

A única diferença entre esta formulação e a Formulação 2.6 é a presença da restrição que garante que a combinação de pares da DMU sob investigação opera em uma escala similar à

da DMU sob investigação ($\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$). Essa restrição é chamada de restrição de convexidade (daí a forma convexa da fronteira BCC) (Boussofiane *et al.*, 1991; Cook & Seiford, 2009). A formulação DEA-BCC orientada ao *output* é dada pela Formulação 2.9.

Maximizar θ_0 (Formulação 2.9)

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta_0 y_{r0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

3 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DO PAVIMENTO DE RODOVIAS BRASILEIRAS

A partir da problematização e dos objetivos deste trabalho – apresentados no Capítulo 1 – e da revisão da literatura – apresentada no Capítulo 2 –, este capítulo, juntamente com o Capítulo 4, apresenta o método adotado para a avaliação da eficiência da manutenção do pavimento de rodovias brasileiras. O escopo de avaliação consistiu em rodovias federais com pavimentos flexíveis.

A avaliação foi feita por meio da abordagem DEA. Essa abordagem evidenciou-se apropriada para a realização dos objetivos do presente estudo (vide seção 2.3). Alguns dos benefícios envolvidos em sua aplicação são a possibilidade de combinação de múltiplos *inputs* e *outputs* na mensuração de eficiência e a identificação de unidades que funcionam como *benchmarks* para as unidades ineficientes.

Para a utilização da DEA neste trabalho, o método desenvolvido por Ozbek (2007), aprimorado nos trabalhos de Ozbek *et al.* (2010a) e Ozbek *et al.* (2010b) e implementado também por Ozbek *et al.* (2012), mostrou-se adequado e válido. Os resultados gerados visam ajudar os decisores na compreensão das razões pelas quais algumas unidades são mais eficientes (custo-eficientes) do que outras. Tal método é composto por nove etapas, resumidas na Figura 3.1.

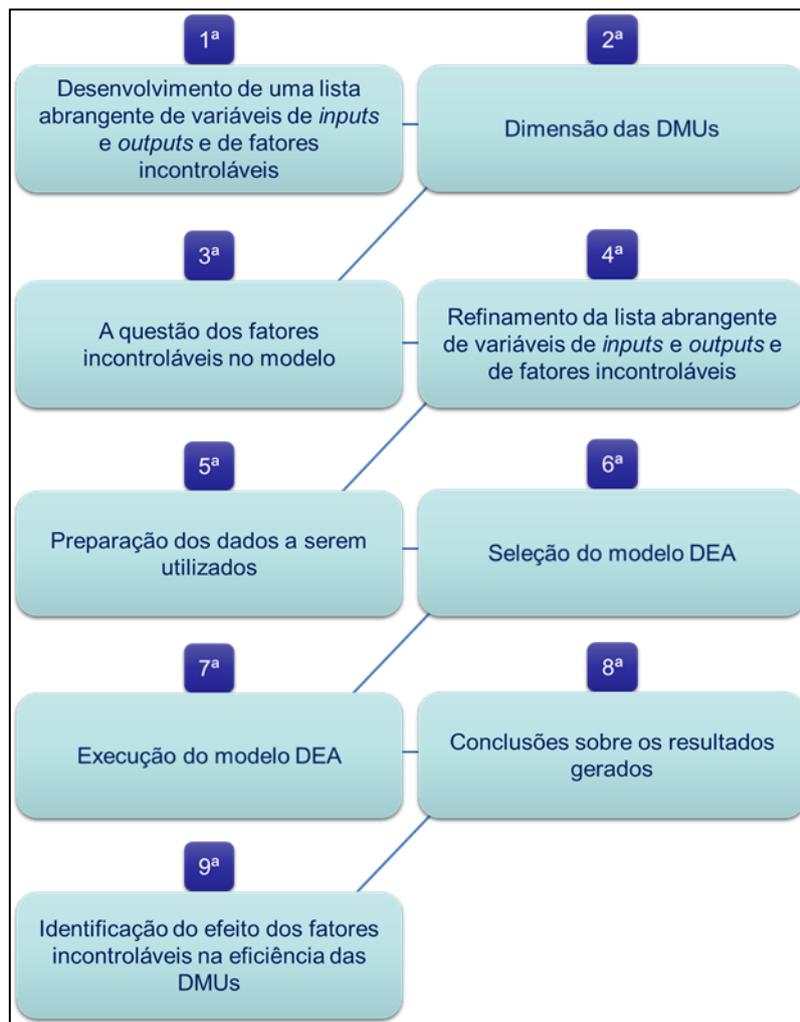


Figura 3.1 – As nove etapas do método utilizado neste trabalho

O trabalho de Ozbek (2007) foi motivado pela identificação da necessidade de mensuração e comparação de duas abordagens para manutenção rodoviária (tradicional e contrato por desempenho) adotadas pelo *Virginia Department of Transportation* (VDOT), Departamento de Transporte da Virgínia, Estados Unidos.

Todavia, segundo o autor, apesar de ter tal motivação inicial, seu trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de um método replicável, genérico e abrangente para avaliação da eficiência da manutenção de rodovias por meio da abordagem DEA. O método pode ser aplicado para os diversos elementos rodoviários, o pavimento inclusive.

O trabalho de Ozbek (2007) teve como ponto de partida o estudo de Piñero (2003). Este autor desenvolveu um método para que órgãos rodoviários consigam avaliar a manutenção de rodovias sob contratos baseados em desempenho a partir de cinco componentes de avaliação:

- **Nível de Serviço:** este componente investiga quão bem a rodovia é mantida. A avaliação é dada segundo critérios de desempenho definidos para cada elemento rodoviário. Para o elemento pavimento, por exemplo, são utilizados 4 índices: *Load-Related Distress Index* (LDR), que é um índice dedutivo de defeitos no pavimento relacionados a cargas, o *Non Load-Related Distress Index* (NDR), índice similar ao LDR, com a diferença que são computados defeitos não relacionados a cargas, o *Combined Condition Index* (CCI), que representa o menor valor entre o LDR e o NDR, e o *International Roughness Index* (IRI), índice de irregularidade longitudinal (McGhee, 2002; VDOT, 2012);
- **Presteza de Resposta:** componente que investiga se o contratado atende aos requisitos definidos em contrato acerca da agilidade para reparar itens danificados e responder a incidentes emergenciais para garantir segurança e fluidez do tráfego;
- **Procedimentos de Segurança:** este componente investiga o comprometimento geral do contratado com diretrizes e requisitos de segurança;
- **Qualidade de Serviço:** componente que mensura a satisfação geral de pessoas e organizações diretamente afetadas pelos serviços do contratado. Alguns exemplos de partes relevantes para essa avaliação são: polícia, órgão contratante e usuários;
- **Eficiência de Custo:** este componente investiga a utilização de recursos monetários para a realização da manutenção rodoviária.

Segundo Ozbek (2007), o trabalho de Piñero (2003) tem como foco principal a eficácia, e não aborda em detalhes o conceito de eficiência. Por esse motivo, tomando por base os componentes apresentados por este autor como base, aquele desenvolveu o método adotado por esta pesquisa.

Ao analisar os cinco componentes de avaliação de desempenho expostos por Piñero (2003), Ozbek (2007) entendeu que para realizar o que se propunha era necessária a consideração de apenas três desses componentes: Nível de Serviço, Presteza de Resposta e Eficiência de Custo.

Qualidade de Serviço não é considerado no método desenvolvido por ser entendido como o resultado (impacto; efeito) dos componentes Nível de Serviço e Presteza de Resposta, tornando redundante uma medição de eficiência para esse componente individualmente. Não se avalia o componente Procedimentos de Segurança por ser considerado improvável que este

seja de fato implementado, além de ser incomum que as autoridades rodoviárias disponham de dados suficientes para tanto.

O terceiro componente (Eficiência de Custo) relaciona-se aos gastos financeiros para a realização da manutenção rodoviária. Como custos são naturalmente incorporados no conceito de eficiência, tal componente funciona como a principal variável de *input* para os outros dois. Assim, ele não é mais tratado como um componente, mas como uma variável de *input*.

Segundo Otto & Ariaratnam (1999), há duas categorias de manutenção rodoviária: aquela que busca garantir a fluidez do tráfego de veículos e a que busca garantir a preservação dos bens rodoviários. As atividades relacionadas à garantia da fluidez do tráfego de veículos, como a limpeza de detritos encontrados nas pistas, demandam respostas urgentes aos respectivos incidentes. Já as atividades relacionadas à preservação dos bens rodoviários, como selagem de trincas, não demandam respostas imediatas.

A partir desses apontamentos, Ozbek (2007) relacionou o processo de manutenção rodoviária aos componentes Nível de Serviço e Presteza de Resposta, como apresentado na Figura 3.2.

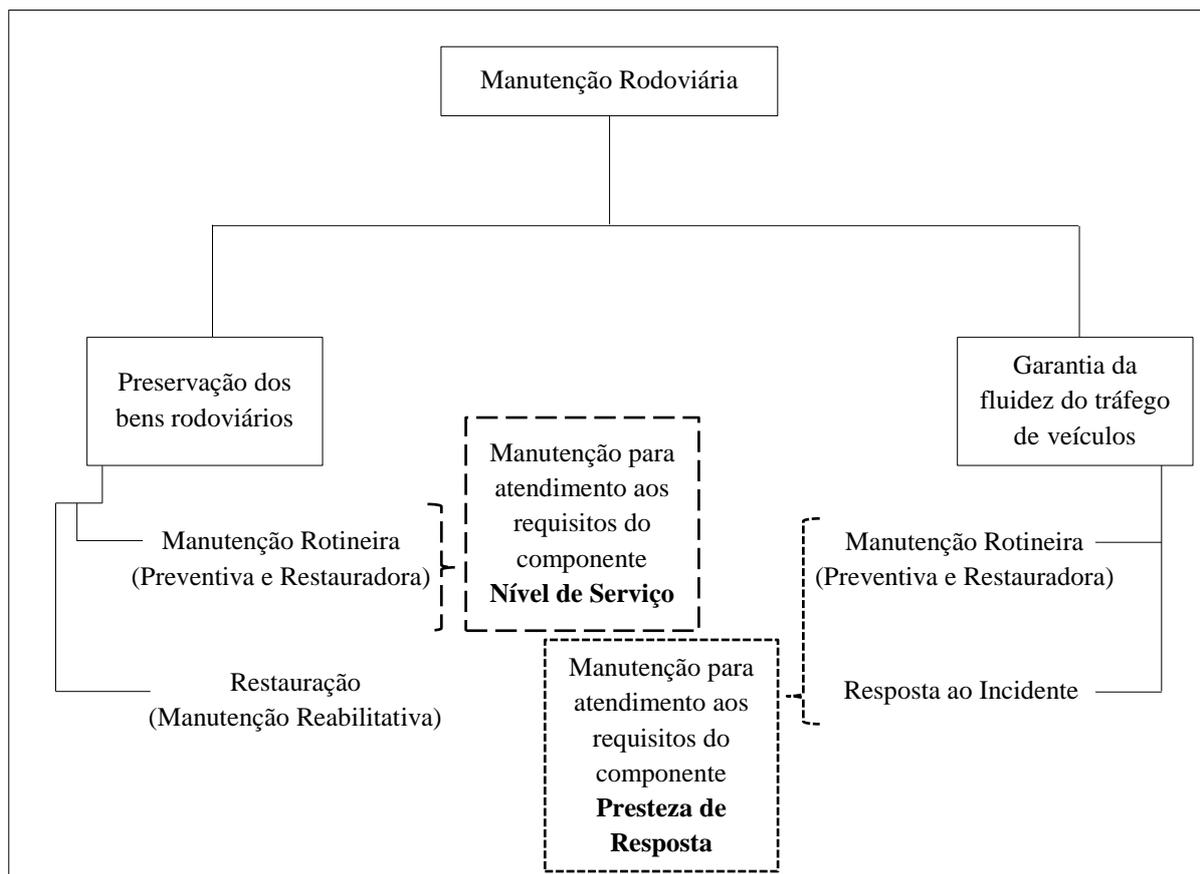


Figura 3.2 – O processo de manutenção rodoviária e sua relação com os componentes Nível de Serviço e Presteza de Resposta

Fonte: Ozbek (2007) (adaptada)

Notam-se dois juízos importantes na fundamentação do diagrama apresentado na Figura 3.2: a restauração, relacionada à preservação dos bens rodoviários, é discriminada e considerada diferente da manutenção rotineira, e a resposta ao incidente é um tipo de manutenção que objetiva a garantia da fluidez do tráfego de veículos.

Deste modo, como apresentado na Figura 3.3, diversos fenômenos afetam os componentes Nível de Serviço e Presteza de Resposta. A manutenção rotineira funciona a favor do Nível de Serviço. Por sua vez, a deterioração; desgaste da rodovia, afeta negativamente esse componente.

A manutenção rotineira também funciona a favor da Presteza de Resposta, juntamente com resposta ao incidente. Já a deterioração da rodovia e os incidentes emergenciais interferem negativamente nesse componente.

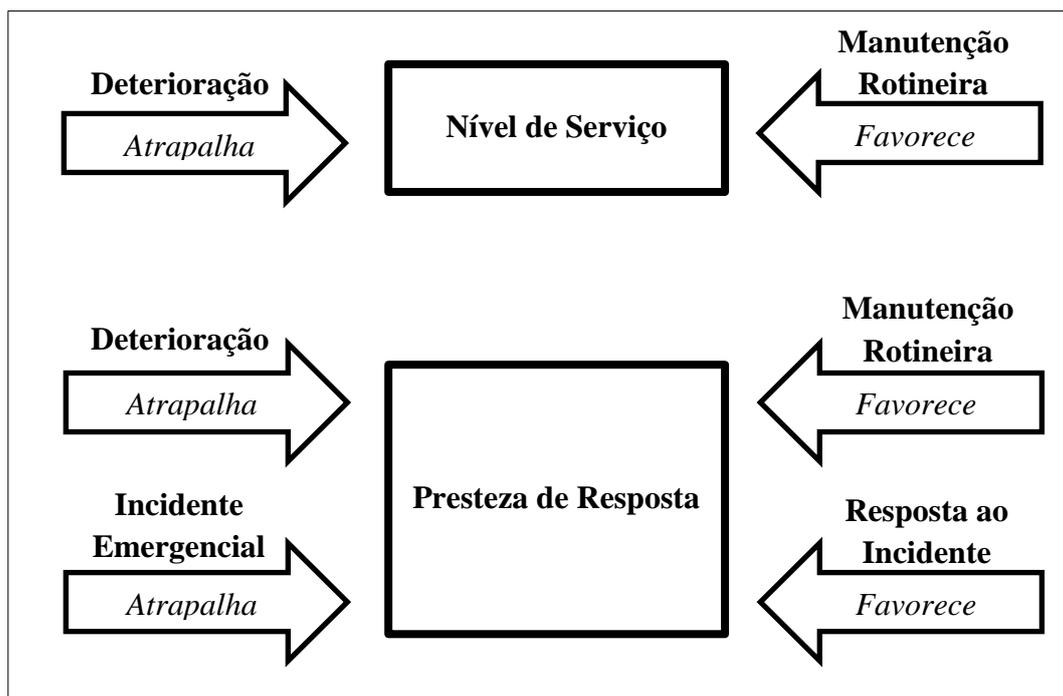


Figura 3.3 – Fenômenos que afetam os componentes Nível de Serviço e Presteza de Resposta

Fonte: Ozbek (2007) (adaptada)

Como o DNIT não dispõe de dados necessários para a avaliação do componente Presteza de Resposta, não foi possível considerá-lo nesta pesquisa. Assim, a avaliação foi feita apenas para o componente Nível de Serviço – nota-se, o mais relevante.

3.1. DESENVOLVIMENTO DE UMA LISTA ABRANGENTE (PRIMEIRA ETAPA)

A primeira etapa corresponde ao desenvolvimento de uma lista abrangente de variáveis de *input* e *output* e de fatores incontroláveis envolvidos no processo de manutenção rodoviária. A lista foi elaborada para o componente Nível de Serviço e para o elemento pavimento das rodovias brasileiras.

Segundo Ozbek (2007), há três variáveis controláveis – variáveis sobre as quais o decisor (gestor) tem controle imediato – de *input* para o processo de manutenção do pavimento rodoviário: Trabalho, Materiais e Equipamentos.

Se essas variáveis de *input* forem utilizadas, o modelo DEA calculará e comparará a eficiência técnica do processo de manutenção do pavimento rodoviário realizado pela autoridade rodoviária (neste caso, o DNIT) juntamente com as empresas contratadas.

Entretanto, se o ponto de vista da autoridade rodoviária é tido como principal para a avaliação a ser feita (como o é neste trabalho), e não o das empresas contratadas, é mais importante o conceito de eficiência de custo. Neste caso, as três variáveis de *input* apresentadas podem e devem ser substituídas pela variável Custo (Ozbek, 2007).

Os *outputs* devem ser traduções da eficácia do processo analisado. Assim, para definir as variáveis controláveis de *output* é necessário identificar o que se espera do processo de manutenção do pavimento rodoviário, ou seja, o principal objetivo da manutenção quando se trata de atender aos requisitos do componente Nível de Serviço. Neste sentido, espera-se que o pavimento seja mantido de modo que ofereça “condições adequadas para o tráfego de veículos de acordo com critérios de desempenho” (Ozbek, 2007, p. 102). A Figura 3.4 ilustra o processo de manutenção do pavimento rodoviário segundo as variáveis controláveis para o componente Nível de Serviço.

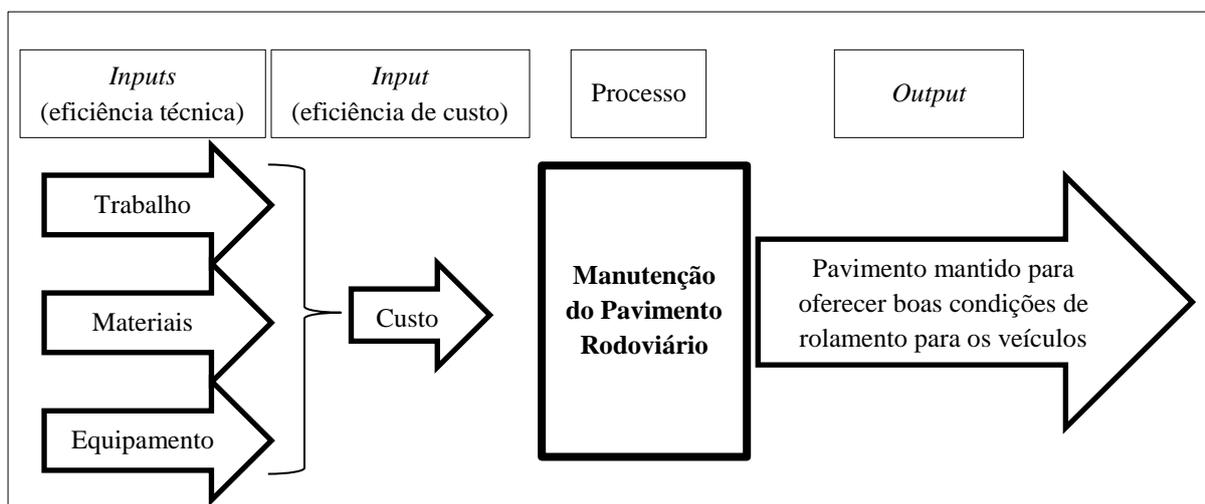


Figura 3.4 – Processo de manutenção do pavimento rodoviário (variáveis controláveis)

Fonte: Ozbek (2007) (adaptada)

Outros *outputs* que podem ser incluídos na lista são os chamados *outputs* indesejáveis (externalidades). Esses não são produzidos como um objetivo do processo, mas como efeitos não desejados, de modo que quanto menos *outputs* indesejáveis, melhor o processo é. Do ponto de vista de eficiência, a inclusão dessas variáveis na lista é dispensável (TRB, 2006; Ozbek, 2007).

Além das variáveis controláveis de *input* e *output*, é necessário que fatores incontroláveis sejam incluídos na lista para garantir uma comparação justa entre as unidades (Bousofiane *et al.*, 1991). São fatores ambientais (como clima) e operacionais (como volume médio de

tráfego). Segundo Garza (2009), a manutenção rodoviária é um processo altamente afetado por fatores incontroláveis.

Para determiná-los, é necessário fundamentar-se nos fenômenos que afetam o componente Nível de Serviço (Figura 3.3). Assim, o fenômeno que interfere negativamente no processo (deterioração) e o que o favorece (manutenção rotineira) são utilizados como referências para que os fatores incontroláveis sejam identificados (Ozbek, 2007; Ozbek *et al.*, 2010a).

Como a abordagem DEA permite a inclusão de qualquer variável quantificável no modelo, mesmo que sejam atributos ambientais, não são necessárias especificações prévias acerca das relações entre *inputs* e *outputs*. Isso significa que todas as variáveis incluídas possuem oportunidade igual de influenciar o escore de eficiência das DMUs. Também por isso, a lista pode (e deve) ser a mais abrangente possível inicialmente.

Para a elaboração da lista, alguns questionamentos devem ser feitos para a inclusão das variáveis: “o que esse processo faz?”, “como esse processo realiza suas atividades?”, “quais *outputs* esse processo produz?”, “quais *inputs* esse processo utiliza para produzir seus *outputs*?”, e “quais fatores incontroláveis afetam esse processo?” (Ozbek, 2007). A técnica (ou método) Delphi foi utilizada para a elaboração da lista.

A técnica Delphi é amplamente utilizada quando se busca a convergência de opiniões acerca de um problema real, principalmente em casos onde o julgamento de especialistas é indispensável acerca de algum tópico. Trata-se, portanto, de um processo de comunicação em grupo que visa obter consenso das opiniões de um conjunto de especialistas por meio de uma série de questionários. Tal processo envolve múltiplas iterações e *feedbacks* para o desenvolvimento da opinião coletiva (Okoli & Pawlowski, 2004; Hsu & Sandford, 2007; Duan *et al.*, 2010; Paré *et al.*, 2013).

Segundo Linstone & Turoff (2002) e Skulmoski *et al.* (2007), a técnica Delphi é flexível e pode ser adaptada segundo as necessidades de cada pesquisa, mas algumas características estão sempre presentes:

Delphi pode ser caracterizado como um método para estruturação da comunicação em grupo de modo que o processo seja eficaz em permitir que indivíduos, em grupo, lidem com um problema complexo. A realização dessa “comunicação estruturada” demanda feedback das contribuições individuais, alguma avaliação do julgamento do grupo, a oportunidade de os indivíduos

revisarem seu julgamento e algum grau de anonimato das respostas dos indivíduos (Linstone & Turoff, 2002, p. 3).

A aplicação da técnica não demanda que os especialistas se encontrem fisicamente. Assim, não há confronto direto de pessoas, permitindo, assim, que se evitem vieses causados pela presença simultânea de outras pessoas, como a influência de indivíduos dominantes (Dalkey & Helmer, 1963; Okoli & Pawlowski, 2004, Flostrand, 2017).

O processo é composto por rodadas. A cada uma os participantes informam seus julgamentos por meio de questionário, que retorna ao moderador para que este colete e edite as informações. O questionário é, então, novamente apresentado aos participantes, que são informados sobre a posição geral do grupo e sobre sua última opinião particular. Segue-se assim até que o consenso seja atingido (Ludwig, 1994; Paré *et al.*, 2013). Flostrand (2017) afirma que comumente o consenso é alcançado após três rodadas, mas não há regra determinada acerca da quantidade de rodadas necessárias.

A seleção dos especialistas é de suma importância para a eficácia do método. Optou-se por fundamentar-se nas cinco etapas utilizadas por Okoli & Pawlowski (2004) para selecioná-los. Primeiramente, categorizaram-se os conhecimentos que cada especialista deveria ter – neste caso, acerca da manutenção do pavimento rodoviário, particularmente no Brasil – e apontaram-se organizações em que possivelmente eles poderiam ser encontrados – foram selecionados o DNIT e universidades em geral.

Em seguida, na segunda etapa, foram listados os nomes de indivíduos que poderiam compor o grupo de especialistas. Na terceira etapa os especialistas apontados na etapa anterior foram contatados. Nesse momento foi feita apenas uma sondagem, não um convite definitivo. Ademais, pediu-se que eles indicassem outros indivíduos que poderiam participar do processo. Neste caso, alguns dos especialistas contatados inicialmente não puderam acompanhar o trabalho, mas indicaram outros que acabaram por participar.

Na quarta etapa, os potenciais participantes foram analisados e listados em ordem de relevância segundo determinados critérios: ser alguém que participe diretamente da gestão do processo analisado ou ser um acadêmico reconhecido por sua atuação e conhecimento relacionados a engenharia rodoviária, particularmente acerca de pavimento. Deste modo, buscou-se compor o grupo final com pelo menos um engenheiro envolvido diretamente no trabalho de campo relativo à manutenção rodoviária, um gestor do DNIT e um acadêmico de

renome. Na quinta etapa os especialistas foram finalmente convidados. Participaram do processo dois representantes do DNIT (um engenheiro da superintendência do Distrito Federal e Goiás e um gestor da Diretoria de Infraestrutura Rodoviária) e um pesquisador do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília (UnB).

Como a técnica Delphi permite adaptações de acordo com as necessidades de cada pesquisa, optou-se por não produzir questionário, uma vez que a DEA possui a desvantagem de não ser facilmente explicável para um público inexperiente na sua utilização, como aponta Ozbek (2007). Apesar de os especialistas que participaram serem capazes de compreender a abordagem, a grande quantidade de informações a serem consideradas e discutidas relativas à manutenção do pavimento rodoviário levou ao juízo de que seria mais prudente e produtivo que o moderador encontrasse pessoalmente cada um, individualmente. Nota-se que os encontros pessoais permitiram que questões sutis e complexas fossem apreendidas e discutidas com os especialistas, que de outro modo poderiam não ser abordadas satisfatoriamente.

O anonimato dos participantes foi parcial. Como foram necessários trâmites internos no DNIT para convite e seleção dos especialistas, os dois representantes do Departamento acabaram por saber um do outro. Entretanto, os dois não mantiveram contato de nenhuma forma durante todo o período em que as rodadas ocorreram. Ademais, o anonimato foi plenamente mantido entre eles e o pesquisador da UnB.

Foram necessárias duas rodadas até que se chegasse ao consenso e a lista abrangente de variáveis de *input* e *output* e fatores incontroláveis, apresentada na Tabela 3.1, fosse elaborada. Utilizou-se como ponto de partida a lista apresentada em Ozbek (2007) e apontamentos e ponderações coletados pela revisão de outras fontes bibliográficas não consideradas pelo referido autor para a elaboração de sua lista – destacam-se: Motta (1991), AASHTO (1993), DNIT (2005a, 2006a, 2006b, 2011a), Bernucci *et al.* (2006) e Balbo (2007).

Tabela 3.1 – Lista abrangente de variáveis de *input* e *output* e fatores incontroláveis

Componente	Elemento	Nome da variável ou fator incontrolável	Explicação da variável ou medida correspondente	
Nível de Serviço	Pavimento	Variável controlável de <i>input</i> e fatores incontroláveis	1. Custo	R\$
			2. Temperatura	Ciclos de temperatura anuais
			3. Chuva	Precipitação pluviométrica (mm/ano)
			4. Carga	Peso Bruto Total, Peso por Eixo
			5. Tráfego	Volume Médio Diário (VMD)
			6. Excesso de Carga	Excesso de carga dado em função do limite permitido para a rodovia (%)
			7. Limite de Velocidade	Km/h
			8. Condição do Subleito	Compactação etc.
			9. Base	Mix de agregados etc.
			10. Espessura das Camadas	Espessura das diferentes camadas do pavimento (centímetros)
			11. Drenagem	Escoamento de águas
			12. Idade do Pavimento	Anos
			13. Terreno	Inclinação vertical
			14. Área Total	Comprimento * largura de pista e acostamentos
		Variáveis controláveis de <i>output</i> e externalidades	15. Mudança na Condição do Pavimento	$IRI_{t1} - IRI_{t0}$
			16. Mudança na Condição do Pavimento	$IGG_{t1} - IGG_{t0}$
			17. Mudança na Condição do Pavimento	$ICS_{t1} - ICS_{t0}$
			18. Poluição do ar	Quantidade de emissões
			19. Poluição da água	Quantidade de emissões
			20. Poluição sonora	Quantidade de emissões

Foram apontados treze fatores incontroláveis (2 a 14) e uma variável controlável (1). Pelo lado das variáveis de *output*, foram apontadas três externalidades (18 a 20) e três variáveis de controláveis (15 a 17).

Como a abordagem DEA demanda que os dados utilizados sejam quantificáveis para mensurar a eficiência das DMUs, todas as variáveis (fatores incontroláveis, inclusive) devem ter uma medida correspondente. Entretanto, não foram apontadas medidas específicas para algumas delas, mas explicações, por não haver medida imediatamente identificável para elas (variáveis 8 e 9, por exemplo). Essa, porém, não é a lista de fato utilizada, uma vez que deveria ser ainda refinada (quarta etapa do método). As medidas foram finalmente apontadas e ajustadas na quarta e quinta etapa do método, respectivamente (vide seções 3.4 e 3.5).

Percebe-se que as três variáveis controláveis de *output* são identificadas como Mudança na Condição do Pavimento. A razão para isso foi a identificação de três índices representativos

relacionados à mensuração da eficácia da manutenção do pavimento rodoviário utilizados pelo DNIT.

O IRI tem sido largamente utilizado em diversos países para medir a irregularidade longitudinal de pavimentos. Trata-se do conjunto de desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência ideal de um projeto geométrico que afetam a qualidade do rolamento e o efeito dinâmico das cargas sobre a via. O índice é dado em metros por quilômetro (Bernucci *et al.*, 2006; DNIT, 2006a).

Encontram-se diversas escalas de classificação da condição de pavimentos pelo IRI oficialmente dispostas pelo DNIT em seus documentos (DNIT, 2005a, 2011a, 2011b, 2013). Em DNIT (2011b), por exemplo, são apresentadas três escalas diferentes. Nota-se que essa falta de homogeneidade foi apontada informalmente por técnicos do órgão como um problema a ser resolvido, carecendo, assim, de documento balizador de parâmetros, não apenas em relação ao IRI, mas também a alguns procedimentos e a outros tipos de informação utilizados para planejamento e gestão de infraestruturas de transporte. Apresenta-se na Tabela 3.2 a classificação de cinco níveis de DNIT (2011b).

Tabela 3.2 – Valores de referência do IRI

$0 < \text{IRI} \leq 2,5$	5 – Ótimo
$2,5 < \text{IRI} \leq 3,0$	4 – Bom
$3,0 < \text{IRI} \leq 4,0$	3 – Regular
$4,0 < \text{IRI} \leq 5,5$	2 – Ruim
$\text{IRI} > 5,5$	1 – Péssimo

Fonte: DNIT (2011b)

Já o Índice de Gravidade Global (IGG) é um índice combinado de defeitos nos pavimentos, fundamentado no “*Severity Index*” utilizado pelo *Saskatchewan Department of Highways and Transportation* do Canadá. É obtido mediante contagem e classificação de falhas aparentes no pavimento, ponderadas segundo fatores pré-determinados, apontados na Norma DNIT 006/2003 – PRO. O IGG de um segmento é dado pela soma dos Índices de Gravidade Individuais (IGIs) de cada tipo de defeito (DNIT, 2003, 2006a; Bernucci *et al.*, 2006). Os valores de referência para o IGG são apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Valores de referência do IGG

$0 < \text{IGG} \leq 20$	5 – Ótimo
$20 < \text{IGG} \leq 40$	4 – Bom
$40 < \text{IGG} \leq 80$	3 – Regular
$80 < \text{IGG} \leq 160$	2 – Ruim
$\text{IGG} > 160$	1 – Péssimo

Fonte: DNIT (2003)

Por sua vez, o Índice de Condição da Superfície (ICS) é um índice representativo da condição geral da superfície do pavimento que exprime a pior situação entre o IRI e o IGG (DNIT, 2013). Os dados de referência do ICS também são apresentados de forma diversa pelo DNIT em seus documentos. Apresenta-se na Tabela 3.4 a escala com cinco faixas exposta em DNIT (2011b). Nota-se que, para fins de simplificação de divulgação de informações, há uma tendência no órgão em utilizar três faixas (4 e 5 = “Bom”; 3 = “Regular”; 1 e 2 = “Ruim”).

Tabela 3.4 – Valores de referência do ICS

$0 < \text{ICS} \leq 20$	5 – Ótimo
$20 < \text{ICS} \leq 40$	4 – Bom
$40 < \text{ICS} \leq 60$	3 – Regular
$60 < \text{ICS} \leq 90$	2 – Ruim
$\text{ICS} > 90$	1 – Péssimo

Fonte: DNIT (2011b)

Essas três variáveis de *output* são expressas pela diferença entre o valor de cada índice no início (t_0) e no final (t_1) de certo período (período do contrato), não por um valor do índice em um momento único do tempo. Elas devem ser assim representadas porque a variável controlável (Custo) e os fatores incontroláveis de *input* provocam uma mudança (alteração) de fato na condição do pavimento no período de contrato, de modo que essas variáveis de *output* (que representam essa condição) devem expressar tal alteração (Ozbek, 2007).

3.2. DIMENSÃO DAS UNIDADES DE AVALIAÇÃO (SEGUNDA ETAPA)

Na segunda etapa do método determina-se a dimensão das DMUs. Dois aspectos principais devem ser considerados nesse momento: maldição da dimensionalidade e disponibilidade de dados.

Dentre as mais destacadas vantagens da abordagem DEA estão a possibilidade de inclusão de diversas variáveis para avaliação da eficiência e, por ser uma abordagem não paramétrica flexível, a característica de que cada DMU pondera cada variável de modo mais conveniente

para si. Contudo, essa característica é também um obstáculo, uma vez que, por isso, a consideração de muitas variáveis faz com que muitas DMUs consigam um escore igual a 1 (100%). Quanto maior o número de variáveis em relação ao de unidades avaliadas, menor a capacidade de discriminação da DEA. É a isso que se conhece por maldição da dimensionalidade (Florens & Simar, 2005).

Neste sentido, é preciso que a análise seja realizada com relativamente muitas DMUs e poucos *inputs* e *outputs*. Para tanto, Dyson *et al.* (2001) sugerem que deve haver uma quantidade de DMUs igual a pelo menos $2ms$, em que m é a quantidade de *inputs* e s a de *outputs*. Já Golany & Roll (1989) apontam que o número mínimo de DMUs deve ser igual a duas vezes o número de *inputs* e *outputs*. Outra regra aceita na literatura preconiza que o número mínimo de DMUs deve ser igual a 3 vezes a soma de *inputs* e *outputs* (Raab & Lichty, 2002; Chen & Zhu, 2004; Barros & Dieke, 2007). Essas e outras regras funcionam apenas como guia para que se busque um número suficiente de DMUs a serem analisadas (Cooper *et al.*, 2001; Cook *et al.*, 2014). Comumente utilizada, escolheu-se adotar neste trabalho a regra de $2ms$ como número mínimo de DMUs.

Portanto, um esforço em duas frentes deve ser realizado para garantir o poder de discriminação da DEA: a lista abrangente de variáveis elaborada na primeira etapa deve ser refinada (processo que corresponde à quarta etapa do método) e a dimensão das DMUs deve ser tal que haja uma quantidade relativamente grande de unidades para análise e ainda seja significativa do ponto de vista decisório.

A determinação da dimensão das DMUs deve ser pautada pela disponibilidade de dados. É necessário que os dados necessários referentes aos *inputs* e *outputs* estejam disponíveis para a dimensão a ser escolhida. Todas as DMUs devem utilizar uma variedade de *inputs* e *outputs* igual, realizar as mesmas tarefas (neste caso, relacionadas à manutenção rodoviária, especificamente do pavimento), estar sob as mesmas condições de mercado (essa consideração é facilitada nesta pesquisa por serem consideradas somente as rodovias federais com pavimento flexível, todas sob administração de um mesmo órgão, o DNIT) e utilizar tecnologias similares (Charnes *et al.*, 1978).

As informações referentes ao custo de manutenção das rodovias federais, relativo à principal variável de *input* da avaliação proposta por este trabalho, são dadas por contrato. Também as especificidades das atividades necessárias à manutenção são determinadas em cada contrato

(ainda que hajam diretrizes gerais referentes a cada tipo de contrato). Por isso, decidiu-se definir contratos de manutenção formalizados pelo DNIT como DMUs.

Dos tipos de contratos utilizados pelo DNIT para manutenção rodoviária, os do tipo CREMA são os mais relevantes (como exposto na seção. 2.2.1), e por isso foram apontados pelos decisores consultados como mais interessantes para serem considerados por esta pesquisa.

Entendeu-se que a avaliação deveria ser restrita aos contratos CREMA I. Foram dois os motivos para essa decisão. Primeiramente e sobretudo, percebeu-se que há uma quantidade consideravelmente maior de contratos encerrados (ou seja, aqueles que não possuem mais trâmite pendente) de CREMA I do que de CREMA II – o que representa uma importante vantagem sob a ótica da maldição da dimensionalidade.

Em segundo lugar, os contratos CREMA I envolvem intervenções caracteristicamente funcionais, de modo que este tipo de contrato corresponde com mais acurácia à manutenção rotineira, única considerada por Ozbek (2007) na construção de seu método. Esse porquê é interessante para a aplicação do método pois a aproxima de sua implementação original, mas é secundário, não impeditivo.

Foram identificados 192 contratos CREMA I encerrados no Brasil até 2017. Devido a essa quantidade de potenciais DMUs e pelo fato de as Leis Orçamentárias Anuais (LOAs) especificarem verba de manutenção para cada estado – de modo que cabe a cada superintendência fazer a alocação de recursos para os contratos –, julgou-se mais interessante analisar contratos de apenas uma superintendência, com a condição de que a escolhida apresentasse quantidade suficiente de DMUs, conforme discutido previamente nesta seção.

As superintendências do DNIT abrangem individualmente uma unidade da federação, com exceção de Goiás e Distrito Federal, que possuem uma superintendência para ambos. Escolheu-se, inicialmente, a superintendência regional do DNIT no estado de Goiás e Distrito Federal, uma vez que este trabalho foi desenvolvido no Distrito Federal.

Todavia, o DNIT não encontrou a maioria dos Projetos Básicos Referenciais (doravante denominados “projeto(s) básico(s)”) dos contratos encerrados de CREMA I referentes a essa superintendência – documentos que contém muitos dos dados necessários para a realização da avaliação proposta, tais como as coordenadas geográficas dos trechos rodoviários cobertos pelo contrato.

Procurou-se, então, outra superintendência. Sem a motivação anterior relativa ao local de desenvolvimento da presente pesquisa, a escolha foi pautada pela representatividade da malha rodoviária no estado correspondente. Assim, a superintendência de Minas Gerais foi escolhida. O estado possui a maior extensão de rodovias pavimentadas do Brasil (26.126 quilômetros) e a maior de rodovias federais (8.753 quilômetros). A Tabela 3.5 apresenta os dados dos cinco estados com maior extensão de rodovias pavimentadas e os com maior extensão de rodovias federais (CNT, 2017).

Tabela 3.5 – Estados com maiores extensões de rodovias pavimentadas e rodovias federais

Posição	Estado	Extensão Pavimentada (km)	Estado	Extensão Federal (km)
1	Minas Gerais	26.126	Minas Gerais	8.753
2	São Paulo	24.977	Bahia	5.931
3	Paraná	19.663	Rio Grande do Sul	5.745
4	Bahia	16.284	Mato Grosso	3.995
5	Goiás	12.771	Paraná	3.953

Como apresentado posteriormente na seção 3.4 (quarta etapa), seriam necessárias ao menos 12 DMUs para atender à regra de $2ms$, uma vez que a lista refinada é composta por seis *inputs* e um *output*. Foram identificados 19 contratos CREMA I encerrados na superintendência de Minas Gerais, mas o projeto básico de um deles não foi encontrado. Assim, foram considerados 18 contratos como DMUs, número que satisfaz à exigência quantitativa mínima de DMUs.

A Tabela 3.6 apresenta os números dos contratos, os editais correspondentes, as datas de início e término, as rodovias correspondentes e os trechos cobertos. Os nomes adaptados (apelidos) foram inseridos posteriormente para indicar mais facilmente cada DMU (foram analisadas apenas treze das dezoito DMUs apresentadas na Tabela 3.6, conforme explicado posteriormente na seção 4.1).

Tabela 3.6 – DMUs analisadas inicialmente

Apelido DMU	Contrato	Edital	Data Início	Data Término	Rodovia	Km Inicial	Km Final
MG1	00 00760/2013	000008/8 020-12	09/10/2013	08/10/2015	BR-494	152,4	195,3
MG2	00 00359/2013	000049/2 013-00	16/05/2013	16/05/2015	BR-474	0,0 118,0	1,7 151,7
MG3	00 00686/2012	000349/2 012-00	24/10/2012	23/10/2014	BR-267	98,5	110,9+2,1
MG4	00 00685/2012	000349/2 012-00	22/10/2012	21/10/2014	BR-116	0	117,3
MG5	00 01171/2012	000544/2 012-00	16/01/2013	15/01/2015	BR-146	39,3	149,2
MG6	00 00175/2013	000544/2 012-00	04/03/2013	03/03/2015	BR-369	120,5	177,9
MG7	00 00023/2013	000545/2 012-00	04/02/2013	04/02/2015	BR-135	438,3	501,4
MG8	00 01168/2012	000599/2 012-00	14/01/2013	13/01/2015	BR-491	4,7	53,5
MG9	00 01169/2012	000647/2 012-00	15/01/2013	14/01/2015	BR-491	150,6	245,2
MG10	00 00176/2013	000651/2 012-00	05/04/2013	05/04/2015	BR-267	111,9 118,7	115,5 213,6
MG11	00 00181/2013	000774/2 012-0	05/04/2013	05/04/2015	BR-458	97,2	147,2
MG12	00 00355/2013	000800/2 012-00	23/05/2013	22/05/2015	BR-265	589,1	623,2
MG13	00 00183/2013	000875/2 012-00	04/04/2013	03/04/2015	BR-267	213,6	291,5
MG14	00 00356/2013	000879/2 012-00	18/04/2013	17/04/2015	BR-356	211,8	287,8
MG15	00 00361/2013	000879/2 012-00	23/05/2013	22/05/2015	BR-460	0	84,3
MG16	00 00758/2013	000880/2 012-00	19/09/2013	18/09/2015	BR-354	702,5	774,1
MG17	00 00759/2013	000880/2 012-00	01/10/2013	30/09/2015	BR-494	34,8	107,8
MG18	00 00627/2013	000884/2 012-00	08/01/2014	07/01/2016	BR-265	257,6	341,4

Os dados que compõem essa tabela, disponibilizados pelo DNIT para esta pesquisa, foram cotejados com os dados presentes nos projetos básicos de cada contrato. Os dados constantes do projeto prevaleceram quando encontradas divergências. Por exemplo, o início do trecho rodoviário correspondente à DMU MG5 foi indicado como o quilômetro 29,2, mas o projeto básico aponta seu início no quilômetro 39,3.

Os projetos básicos apresentam o(s) trecho(s) rodoviário(s) que devem ser objeto das obras e serviços previstas no escopo do CREMA. A partir dos resultados do levantamento de campo denominado Levantamento Visual Contínuo (LVC), que examina o nível de defeitos numa pista, juntamente com informações deflectométricas, determinam-se segmentos homogêneos

do trecho rodoviário sob análise. Esses segmentos possuem extensão mínima de 200m e máxima de 3.000m, e são caracterizados como extensões rodoviárias cujo pavimento apresente condições que demandem o mesmo tipo de solução do ponto de vista de manutenção. As seções de segmentos homogêneos de pista dupla ou terceira faixa são discriminadas e passam a constituir segmentos separados (DNIT, 2016).

Com exceção de MG2 e MG10, os trechos rodoviários correspondentes às DMUs são sequenciais, de modo que, para a apresentação na Tabela 3.6 e para os cálculos correspondentes às variáveis Clima, Terreno e Mudança na Condição do Pavimento (ver seção 3.5), a consideração dos trechos por suas extensões desde o ponto mais próximo do quilômetro 0 até o mais distante mostrou-se preferível, seja com vistas à simplificação da exposição de dados – caso da apresentação na Tabela 3.6 –, seja por caráter imperativo ou favorável – caso dos cálculos referentes às variáveis mencionadas. (Para os cálculos referentes às variáveis Área Total, Deflexão e Tráfego foram considerados os segmentos homogêneos especificamente, vide seção 3.5).

Nota-se ainda que MG3 apresenta como quilômetro final 110,9+2,1. Essa última extensão de pouco mais de dois quilômetros não é explicitamente caracterizada. Por fim, tanto o projeto da MG15 quanto o da MG16 não apresentam informações suficientes nas fichas (que contém dados como coordenadas geográficas, número N e deflexão) específicas de cada segmento homogêneo até o quilômetro final indicado. As informações são dadas até o quilômetro 79,4 para MG15, e até o quilômetro 773,0 para MG16, ainda que no projeto básico desta última DMU constem dados para cálculo referente à variável Área Total até o quilômetro final indicado (mas não para Deflexão nem Tráfego). Observa-se, no entanto, que as coordenadas geográficas dadas para o quilômetro 79,4 da MG15 correspondem a pontos muito próximos do quilômetro 84,3 nas tabelas de resultados do LVC disponibilizadas pelo DNIT.

3.3. OS FATORES INCONTROLÁVEIS NO MODELO (TERCEIRA ETAPA)

Na terceira etapa do método determina-se como a pesquisa lidará com os fatores incontroláveis, que são aqueles sobre os quais o decisor não possui controle ou influência objetiva.

Segundo Dyson *et al.* (2001), as formulações tradicionais (CCR e BCC) não consideram explicitamente fatores incontroláveis. Se o que é controlável ao decisor não for discriminado do que é incontrolável, a pesquisa provavelmente gerará resultados irrealistas. Pode-se contornar

a limitação das formulações tradicionais por meio de modelos adaptados que objetivamente consideram a presença dos fatores incontroláveis no processo sob análise.

De acordo com Ozbek (2007), são duas as principais abordagens para a modelagem com consideração explícita de fatores incontroláveis. A primeira delas é identificada como abordagem de uso contínuo dos fatores incontroláveis para restrição de comparação (Ruggiero, 1996). Tal abordagem restringe a avaliação de uma DMU à comparação com aquelas que apresentam ambientes similares ou mais prejudiciais do que o seu. Assim, essa abordagem é altamente dependente de um número relativamente grande de DMUs devido à restrição de unidades a serem comparadas. Também neste sentido os fatores incontroláveis devem ser menos numerosos quanto for possível, pois a restrição de unidades comparadas é baseada nas condições enfrentadas por cada DMU em comparação às outras. Quanto mais fatores incontroláveis, maior a probabilidade de restrição do grupo de DMUs a ser comparado à unidade sob análise e maior a chance de se superestimar a eficiência.

Alternativamente, Banker & Morey (1986) adaptaram o modelo de modo que os níveis dos fatores incontroláveis permanecessem inalterados, mas não o das variáveis controláveis. Assim, o modelo não sugere alterações nos níveis dos fatores incontroláveis para que a DMU se torne eficiente. Trata-se de abordagem em que os fatores incontroláveis são tratados como variáveis incontroláveis. A ideia por trás do modelo é estimar o nível em que os *inputs* controláveis podem ser reduzidos ou quanto os *outputs* controláveis (ou seja, *outputs* que não são externalidades) podem aumentar sem alteração dos níveis de fatores incontroláveis, que, evidentemente, não podem ser alterados pelo decisor haja vista que este não possui controle direto sobre eles.

Esse modelo apresenta a vantagem de ser oportunamente independente de uma quantidade ainda maior DMUs. Esta pesquisa certamente não lida com um número relativamente grande de unidades (vide seções 3.2 e 3.5). Assim, essa abordagem foi escolhida para ser utilizada. O modelo proposto por Banker & Morey (1986) (DEA-BCC orientado ao *input*, vide seção 3.6) é apresentado pela Formulação 3.1.

Minimizar θ_0

(Formulação 3.1)

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta_0 x_{i0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j w_{kj} + s_i^- = w_{k0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m \quad k = 1, \dots, p \quad r = 1, \dots, t$$

Onde:

- n = número de DMUs analisadas
- m = número de *inputs* controláveis
- p = número de fatores incontroláveis
- t = número de *outputs*
- y_{rj}, x_{ij}, w_{kj} = *outputs* e *inputs* conhecidos da j -ésima DMU e são todos positivos
- λ_j = pesos dos pares das DMUs a serem determinados pela solução do problema de otimização

A Formulação 3.1 adapta a Formulação 2.8 com o acréscimo da restrição referente aos fatores incontroláveis ($\sum_{j=1}^n \lambda_j w_{kj} + s_i^- = w_{k0}$). Os fatores incontroláveis não se relacionam diretamente à medida de eficiência (θ) tal como os *inputs* controláveis, mas a afetam por estarem presentes entre as restrições, objetivamente por meio de sua influência nos valores de intensidade (λ). Todas as variáveis e os fatores incontroláveis podem, dadas as devidas explicações até aqui, ser coletivamente chamados apenas de variáveis (permanecem

controláveis ou incontroláveis. Trata-se apenas de nomenclatura simplificada) (Cooper *et al.*, 2004; Ozbek, 2007).

3.4. REFINAMENTO DA LISTA ABRANGENTE (QUARTA ETAPA)

A quarta etapa refere-se especificamente ao refinamento da lista inicial (abrangente) de variáveis. Esse processo deve ser feito para que a DEA potencialize seu poder de discriminação. A lista final (refinada) deve representar o que há de mais importante na lista inicial.

Há duas abordagens principais para realização do refinamento da lista abrangente de variáveis: processo de julgamento e métodos quantitativos (Ozbek *et al.*, 2010a).

O processo de julgamento envolve a participação direta de decisores e/ou especialistas, que devem analisar criteriosamente a lista inicial para apontar variáveis conflituosas (por representarem a mesma informação expressa em outra) e variáveis que não são realmente cruciais. Procedimentos sistemáticos, como a técnica Delphi ou AHP, são utilizados nessa abordagem (Golany & Roll, 1989).

Já os métodos quantitativos são tipicamente estatísticos. As relações entre as variáveis são estudadas para que variáveis pouco representativas ou variáveis que podem ser agregadas sejam identificadas (Ozbek *et al.*, 2010a).

Em seu trabalho, Ozbek (2007) utilizou uma terceira abordagem, referida como um método de classificação ambiental, desenvolvido por Dadson (2001) e Dadson *et al.* (2002). Esses dois trabalhos apresentam uma escala baseada na severidade dos efeitos ambientais regionais na deterioração dos estrados de pontes no estado da Virgínia, por meio de análises de variância e agrupamentos. Segundo Ozbek (2007), os efeitos regionais sob os quais os estrados das pontes estão expostos são similares aos quais também está o pavimento da rodovia. Por isso, o autor utilizou os resultados dos dois trabalhos anteriormente mencionados para agregar em uma só diversas das variáveis incontroláveis de sua lista inicial.

Essas três abordagens foram comparadas por Garza *et al.* (2009) e os escores de eficiência encontrados a partir de cada uma delas foi similar. Segundo Ozbek (2007), a colaboração dos decisores é importante para o bom desenvolvimento do estudo que utilize a DEA uma vez que se busca fornecer informações relevantes para sua tomada de decisão, e por esse motivo

se deve optar pelo processo de julgamento em primeiro lugar, se os decisores estiverem disponíveis para colaborar.

Assim, optou-se por recorrer ao processo de julgamento por meio da técnica Delphi – já utilizada na primeira etapa como apoio para a montagem da lista inicial de variáveis – para o refinamento da lista inicial de variáveis. Participaram os mesmos indivíduos envolvidos na construção da lista inicial.

As perguntas norteadoras para o refinamento da lista foram baseadas nas sugestões de Golany & Roll (1989): “essa variável possui informação relevante que não está contida em outras variáveis?”, “o dado referente a essa variável está disponível e é suficientemente confiável?”, “duas ou mais variáveis podem ser mensuradas conjuntamente por apenas uma?”. Diferentemente do que ocorreu na primeira etapa (seção 3.1), em que duas rodadas bastaram, nesta foram necessárias três rodadas para que o consenso fosse alcançado.

Entre os *inputs* o primeiro agrupamento realizado foi entre as variáveis 2 e 3, referentes ao clima: Temperatura e Chuva. As duas passaram a compor uma única variável, denominada Clima.

Segundo Balbo (2007), as principais ações climáticas sobre o pavimento são temperatura, chuva e congelamento do solo (de acordo com Motta (1991), essa ação é irrelevante no Brasil uma vez que, mesmo nas regiões mais frias, é um fenômeno esporádico e de curta duração).

Os parâmetros temperatura e chuva são combinados de várias formas e sob diversos critérios para definição de regiões climáticas. Todavia, todos classificam o Brasil como majoritariamente tropical (Motta, 1991).

O HDM-4 é o programa de gerência de pavimentos integrado ao Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) do DNIT. Segundo Nascimento (2005), os modelos de desempenho utilizados pelo HDM-4 conseguem modelar a condição do pavimento, especialmente relacionada à irregularidade longitudinal. Essa modelagem possui entre seus coeficientes de calibração um coeficiente ambiental, dado justamente segundo os parâmetros temperatura e precipitação pluviométrica (Morosiuk *et al.*, 2004). A Tabela 3.7 apresenta a classificação de zonas climáticas quanto à precipitação anual de chuva utilizada pelo HDM-4.

Tabela 3.7 – Classificação de zona climática quanto à precipitação média anual

Classificação	Descrição	Precipitação Anual (mm)
Árido	Muito pouca precipitação, alta evaporação	< 300
Semiárido	Pouca precipitação	300 a 800
Sub-úmido	Precipitação moderada ou temporadas de chuvas fortes	800 a 1600
Úmido	Precipitação moderada sazonal e quente	1500 a 3000
Muito úmido	Muita precipitação	> 3000

Fonte: Morosiuk *et al.* (2004) e Nascimento (2005) (adaptada)

(Ressalva-se que a precipitação anual para “Muito úmido” apresenta-se originalmente como “> 2400” nas referidas fontes. Foi feita adaptação para “> 3000”. Não se obteve acesso a informações diversas dessas. De todo modo, como apresentado na seção 3.5, todas as DMUs enquadraram-se na classificação “Sub-úmido”). A Tabela 3.8, por sua vez, apresenta a classificação de zonas climáticas quanto à variação de temperatura.

Tabela 3.8 – Classificação de zona climática quanto à variação de temperatura

Classificação	Descrição	Varição de Temperatura (°C)
Tropical	Temperaturas altas com pouca variação	20 a 35
Subtropical quente	Dias quentes e noites amenas	-5 a 45
Subtropical ameno	Dias com temperaturas moderadas e inverno ameno	-10 a 30
Temperado ameno	Verão quente, congelamento superficial no inverno	-20 a 25
Temperado frio	Verão ameno e inverno frio	-40 a 20

Fonte: Morosiuk *et al.* (2004) e Nascimento (2005) (adaptada)

Apresenta-se, a partir dessas classificações, um coeficiente ambiental de calibração no modelo de desempenho, como é apresentado na Tabela 3.9. Assim, a variável Clima tem como medida o coeficiente ambiental do HDM-4.

Tabela 3.9 – Coeficiente ambiental adotado pelo HDM-4

	Tropical	Subtropical quente	Subtropical ameno	Temperado ameno	Temperado frio
Árido	0,005	0,010	0,015	0,020	0,030
Semiárido	0,010	0,015	0,020	0,030	0,040
Sub-úmido	0,020	0,025	0,030	0,040	0,050
Úmido	0,025	0,030	0,040	0,050	0,060
Muito úmido	0,030	0,040	0,050		

Fonte: Morosiuk *et al.* (2004) e Nascimento (2005) (adaptada)

O segundo agrupamento indicado foi entre as variáveis 4 e 5, formando uma única, indicada pelo nome Tráfego. A medida correspondente a essa variável passou a ser o número N, que representa a quantidade de solicitações do tráfego sobre o pavimento, utilizado para seu dimensionamento. O cálculo do número N para o pavimento flexível de uma rodovia é definido pelo número de repetições de um eixo padrão de 8,2 toneladas durante o período de vida útil do projeto, e é feito a partir da Equação 3.1 (Equação 3.2 e Equação 3.3 por consequência) (DNIT, 2006c).

$$N = \sum_{a=1}^p N_a \quad (3.1)$$

Onde:

- N = Número equivalente de aplicações do eixo padrão durante o período de projeto
- a = Ano no período de projeto
- p = Número de anos do período de projeto
- N_a = Número equivalente de aplicações do eixo padrão, durante o ano a

Em que:

$$N_a = \sum_{i=1}^k V_{ia} \cdot FV_i \cdot 365 \cdot c \quad (3.2)$$

Onde:

- i = Categoria do veículo, variando de 1 a k
- V_{ia} = Volume de veículos da categoria i , durante o ano a do período de projeto
- c = Percentual de veículos comerciais na faixa de projeto

- FV_i = Fator de veículo da categoria i

Em que:

$$FV_i = \sum_{j=1}^m FC_j \quad (3.3)$$

Onde:

- j = Tipo de eixo, variando de 1 a m
- m = Número de eixos do veículo i
- FC_j = Fator de equivalência de carga correspondente ao eixo j do veículo i

O terceiro agrupamento indicado foi entre as variáveis 8, 9 e 10. Entende-se que elas podem ser conjuntamente representadas pela variável Deflexão, cuja medida passa a ser a medida de deflexão. Tomam-se como critérios deflectométricos, entre outros, espessura e materiais das camadas do pavimento (DNER, 1979; DNIT, 2006b).

A deflexão é a principal medida para avaliação estrutural do pavimento, também utilizada para apoio à decisão gerencial acerca da manutenção do pavimento, dado que apoia prioridades e definições de tipo de intervenção necessário no trecho rodoviário sob análise: “existe uma correlação entre a magnitude das deflexões (...) e o aparecimento de falhas nos pavimentos flexíveis” (DNER, 1979, p. 1). Afinal, “o que é estrutural fatalmente trará consequências funcionais, de maior ou menor significância, e vice-versa” (Balbo, 2007, p. 259).

Segundo DNER (1979) e DNIT (2015), o catálogo de soluções gerenciais do DNIT para manutenção dos trechos pavimentados tem a deflexão como um de seus parâmetros, expressa pela relação entre deflexão característica (D_c) e deflexão admissível (D_{adm}). D_c é a deflexão média acrescida de um desvio padrão, e D_{adm} é o valor limite de deflexão para que não surjam trincas no revestimento do pavimento. Tal valor depende dos materiais das camadas do pavimento e do número N .

Na Tabela 3.10 é apresentada a divisão da relação D_c/D_{adm} em quatro faixas representativas de níveis de esforços para recuperação estrutural do pavimento (DNIT, 2015).

Tabela 3.10 – Faixas representativas para deflexão

Deflexão		
	Faixa	Descrição
Faixa 1	$D_c/D_{adm} \leq 1,1$	Pavimento sem problemas estruturais
Faixa 2	$1,1 < D_c/D_{adm} \leq 1,5$	Pavimento com deficiência estrutural leve
Faixa 3	$1,5 < D_c/D_{adm} \leq 2,0$	Pavimento com problemas estruturais
Faixa 4	$D_c/D_{adm} > 2,0$	Pavimento com grandes problemas estruturais

Fonte: DNIT (2015)

A variável controlável, Custo, não foi envolvida em alterações. É expressa por valores monetários, que representam o valor total do contrato, dado pelo preço inicial mais os reajustes devidos ao longo do tempo.

A variável Terreno também não foi alvo de mudanças. Essa variável pode ser traduzida quantitativamente pelos dados de declividade do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). O Plano Nacional de Manutenção Rodoviária (PNMR) de 2017 apresenta os índices e classes utilizados no mapa de declividades, com as classes adaptadas às características de um projeto rodoviário segundo o valor máximo de declividade admissível para os projetos rodoviários apontado por DNER (1973), conforme Tabela 3.11 (DNIT, 2017b).

Tabela 3.11 – Índices e classes utilizados no mapa de declividades

Declividades		
Classe	Classe – CPRM	Classe – PNMR
Plano	0 a 3 %	Plano
Suave Ondulado	3 a 8 %	Suave Ondulado
Ondulado	8 a 20 %	Ondulado
Forte Ondulado	20 a 45 %	
Montanhoso	45 a 75 %	
Escarpado	Acima de 75 %	

Fonte: DNIT (2017b)

A terceira variável que permaneceu inalterada foi Área Total, expressa pelo produto do comprimento pela largura das pistas e acostamentos correspondentes a cada DMU. Outras variáveis, porém, foram desconsideradas.

A primeira delas foi Excesso de Carga. Os dados referentes a essa variável (autuações por excesso de peso) foram disponibilizados pelo DNIT, mas apenas para o período entre 2007 a 2014 (período em que as pesagens foram realizadas com relativa regularidade nas rodovias federais). Os valores, dados em porcentagem, foram apresentados já com o desconto da tolerância regulamentar de 7,5% por eixo que vigorava na época (hoje a tolerância é de 10%)

(CONTRAN, 2013, 2015). Todavia, havia postos de pesagem veicular ativos em apenas cinco rodovias mineiras, das quais apenas duas estão no rol de rodovias atendidas pelos contratos aqui analisados (BR116/MG4; e BR354/MG16). Além disso, os postos de pesagem estavam localizados em pontos relativamente distantes dos trechos relativos a essas DMUs (três postos na BR 116: quilômetro 310,8, quilômetro 531 e quilômetro 802,1; um posto na BR 354: quilômetro 357,3).

Outra variável descartada da análise foi Limite de Velocidade. Na opinião dos especialistas, é uma variável pouco relevante. Já a variável Drenagem foi excluída por não haver dados suficientes disponíveis para considerá-la nesta avaliação. Por fim, por não haver dados confiáveis para a Idade do Pavimento, essa variável também foi desconsiderada. Sua medida seria dada pela última intervenção realizada no pavimento. No entanto, os contratos de manutenção não abrangem sempre os mesmos trechos, e diferentes intervenções são feitas em diferentes pontos do(s) trecho(s) correspondente(s) ao contrato, de modo que não foram encontrados meios de indicar a idade do pavimento para das DMUs. Ademais, há um campo para indicação desse dado nas fichas dos segmentos homogêneos dos projetos básicos, sempre vazio.

Do lado dos *outputs*, as variáveis chamadas de externalidades foram imediatamente desconsideradas. De fato, como representam produtos indesejados do processo, quanto menor for a produção desses *outputs*, melhor.

Entendeu-se que a variável Mudança na Condição do Pavimento deveria ser expressa somente pelo ICS (variação). Como apresentado na seção 3.1, trata-se de um índice que representa a pior situação entre o IRI e o IGG. Ou seja, ambas estão incorporadas no ICS. A lista refinada de variáveis é apresentada na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 – Lista refinada de variáveis

Componente	Elemento	Variável		Medida Correspondente
Nível de Serviço	Pavimento	<i>Input</i>	1. Custo	R\$
			2. Clima	Coeficiente ambiental HDM-4
			3. Tráfego	Número N
			4. Deflexão	Deflexão (faixas D_c/D_{adm})
			5. Terreno	Inclinação vertical (classes do PNMR)
			6. Área Total	Comprimento * largura de pista e acostamentos
	<i>Output</i>	1. Mudança na Condição do Pavimento	$ICS_{t1} - ICS_{t0}$	

3.5. PREPARAÇÃO DOS DADOS (QUINTA ETAPA)

A quinta etapa corresponde à preparação dos dados a serem utilizados. Estes devem ser analisados e, se identificada a necessidade, adaptados para representarem adequadamente as respectivas variáveis.

O valor total do contrato, que expressa quantitativamente a variável Custo, foi ajustado segundo o Índice Geral de Preços da Conservação Rodoviária (IGP-Conservação Rodoviária), utilizado pelo DNIT e disponibilizado para esta pesquisa, apresentado na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 – IGP-Conservação Rodoviária

DATA BASE	FATOR DE CORREÇÃO
2006	1,7492
2007	1,6811
2008	1,6064
2009	1,4565
2010	1,4184
2011	1,3401
2012	1,2834
2013	1,2143
2014	1,1433
2015	1,0869
2016	1,0541
2017	1,0000

Como os contratos (DMUs) são de épocas distintas, tornou-se necessária correção monetária para que a avaliação fosse justa. Ademais, é interessante que a análise de eficiência de custo proposta por este trabalho possa ser expressa por valores atualizados para melhor assimilação dos resultados por parte do leitor. Portanto, a atualização dos valores foi feita para o ano de 2017. A Tabela 3.14 apresenta os valores atualizados referentes das DMUs.

Tabela 3.14 – Dados da variável Custo

DMU	CUSTO ORIGINAL	ANO ENCERRAMENTO	CUSTO CORRIGIDO
MG1	R\$ 8.991.536,22	2015	R\$ 9.773.033,67
MG2	R\$ 9.046.185,42	2015	R\$ 9.832.432,69
MG3	R\$ 9.305.717,55	2014	R\$ 10.638.912,43
MG4	R\$ 39.037.403,23	2014	R\$ 44.630.144,02
MG5	R\$ 26.093.679,82	2015	R\$ 28.361.606,42
MG6	R\$ 18.359.211,45	2015	R\$ 19.954.898,39
MG7	R\$ 10.435.003,83	2015	R\$ 11.341.959,96
MG8	R\$ 17.650.487,84	2015	R\$ 19.184.576,22
MG9	R\$ 28.362.250,75	2015	R\$ 30.827.349,71
MG10	R\$ 25.290.926,76	2015	R\$ 27.489.082,25
MG11	R\$ 18.582.361,46	2015	R\$ 20.197.443,43
MG12	R\$ 4.710.759,46	2015	R\$ 5.120.194,11
MG13	R\$ 34.626.479,55	2015	R\$ 37.636.032,62
MG14	R\$ 11.742.163,33	2015	R\$ 12.762.730,95
MG15	R\$ 19.487.583,96	2015	R\$ 21.181.343,15
MG16	R\$ 18.724.865,43	2015	R\$ 20.352.333,11
MG17	R\$ 13.540.259,21	2015	R\$ 14.717.107,94
MG18	R\$ 31.086.672,80	2016	R\$ 32.766.952,15

Os dados a serem utilizados para representarem a variável Clima, apresentados na Tabela 3.9, tiveram de ser ajustados também. As combinações menos agressivas entre temperatura e umidade (precipitação pluviométrica) são indicadas com valores menores do coeficiente ambiental (Morosiuk *et al.*, 2004). Isso significa que quanto maior o valor desse *input*, menor o valor do *output* (variação do ICS), o que é problemático no contexto da DEA.

As variáveis de *input* a serem consideradas na DEA devem ser definidas de tal modo que um acréscimo em seu valor seja benéfico à produção do(s) *output(s)* pelo processo em análise, uma vez que o princípio da eficiência é a razão *output/input*. A isso se denomina o princípio da isotonicidade (externalidades são variáveis anti-isotônicas, por exemplo). Em suma, os dados de *input* devem ser expressos de maneira que a situação mais benéfica ao processo, ou seja, a situação correspondente a cada variável que possibilita maior produção de *output* deve ser expressa pelo maior valor (Avkiran, 2006).

Para resolver o problema da isotonicidade, foram calculados os inversos multiplicativos dos valores apresentados na Tabela 3.9. Os valores ajustados do coeficiente ambiental do HDM-4 são apresentados na Tabela 3.15.

Tabela 3.15 – Coeficiente ambiental adotado pelo HDM-4 (valores ajustados)

	Tropical	Subtropical quente	Subtropical ameno	Temperado ameno	Temperado frio
Árido	200	100	67	50	33
Semiárido	100	67	50	33	25
Sub-úmido	50	40	33	25	20
Úmido	40	33	25	20	17
Muito úmido	33	25	20		

Para o a variável Clima, foram utilizados os dados de precipitação pluviométrica e variação de temperatura nos períodos correspondentes a cada DMU disponibilizados para esta pesquisa pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados são provenientes das estações meteorológicas convencionais mais próximas dos trechos correspondentes às DMUs. Essas estações possuem sensores isolados que registram continuamente os parâmetros meteorológicos, registrados periodicamente por um observador.

Para algumas DMUs, aquelas cujos trechos localizam-se a distâncias aproximadamente iguais de mais de uma estação meteorológica, julgou-se mais adequado utilizar os dados combinados (valores médios comuns) de duas estações. Isto pois a análise é referente não a um ponto geográfico isolado, mas a extensões (distâncias – rodoviárias – de um ponto a outro). Como exemplo, apresenta-se o caso da MG17 na Figura 3.5.

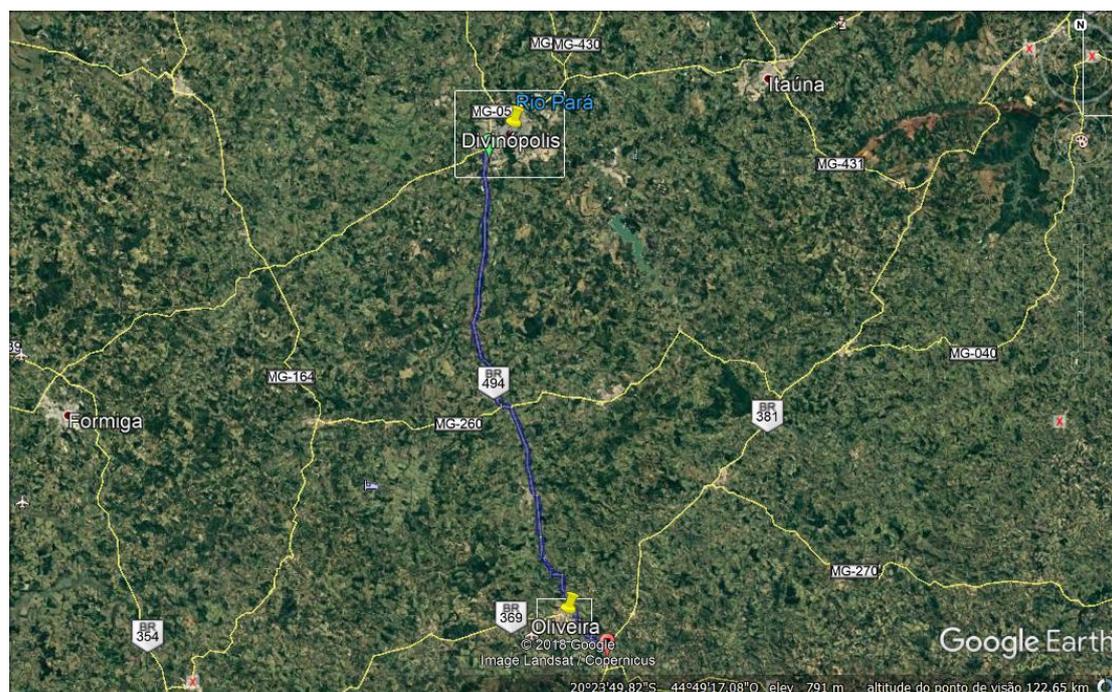


Figura 3.5 – Trecho rodoviário da MG17 e estações meteorológicas próximas

O trecho correspondente à MG17 é indicado em azul, e os pinos amarelos indicam a localização de estações meteorológicas próximas. A Tabela 3.16 apresenta as localidades das estações meteorológicas utilizadas para cada DMU.

Tabela 3.16 – Localidades das estações meteorológicas

DMU	Localidade(s)	
MG1	Barbacena (MG)	Oliveira (MG)
MG2	Caratinga (MG)	
MG3	Juiz de Fora (MG)	
MG4	Pedra Azul (MG)	
MG5	Araxá (MG)	Patos de Minas (MG)
MG6	Machado (MG)	
MG7	Carbonita (MG)	Pirapora (MG)
MG8	São Simão (SP)	Franca (SP)
MG9	Machado (MG)	
MG10	Juiz de Fora (MG)	
MG11	Caratinga (MG)	
MG12	Franca (SP)	
MG13	São Lourenço (MG)	
MG14	Viçosa (MG)	
MG15	São Lourenço (MG)	
MG16	São Lourenço (MG)	Passa Quatro (MG)
MG17	Divinópolis (MG)	Oliveira (MG)
MG18	Lavras (MG)	

É importante notar que os arquivos referentes a algumas estações meteorológicas disponibilizados pelo INMET não continham dados para alguns meses. Deste modo, a consideração de uma estação meteorológica complementar também serviu para que dados faltantes fossem compensados. Como apresentado na Tabela 3.17, todas as DMUs se enquadraram na mesma classificação climática. Foram considerados a precipitação pluviométrica anual e temperaturas máxima e mínima médias.

Tabela 3.17 – Dados da variável Clima

DMU	Precipitação Anual (mm)	Classificação	Variação de Temperatura (°C)		Classificação	Coeficiente
			Máxima Média	Mínima Média		
MG1	1.199	Sub-úmido	27	15	Tropical	50
MG2	1.025	Sub-úmido	28	17	Tropical	50
MG3	1.455	Sub-úmido	26	16	Tropical	50
MG4	843	Sub-úmido	29	17	Tropical	50
MG5	1.395	Sub-úmido	28	17	Tropical	50
MG6	1.279	Sub-úmido	28	15	Tropical	50
MG7	919	Sub-úmido	30	18	Tropical	50
MG8	1.359	Sub-úmido	29	18	Tropical	50
MG9	1.495	Sub-úmido	28	15	Tropical	50
MG10	1.367	Sub-úmido	26	16	Tropical	50
MG11	1.067	Sub-úmido	28	17	Tropical	50
MG12	1.398	Sub-úmido	27	17	Tropical	50
MG13	1.087	Sub-úmido	28	14	Tropical	50
MG14	1.089	Sub-úmido	27	16	Tropical	50
MG15	1.013	Sub-úmido	27	13	Tropical	50
MG16	1.016	Sub-úmido	27	13	Tropical	50
MG17	1.109	Sub-úmido	28	16	Tropical	50
MG18	1.248	Sub-úmido	28	16	Tropical	50

A variável Tráfego também teve de ser ajustada com vistas ao problema da isotonicidade. A situação mais favorável para a manutenção do pavimento rodoviário quanto ao número N é aquela em que o valor dessa medida é menor, uma vez que, *ceteris paribus*, quanto maior o for, mais esforços serão necessários, dado um mesmo nível de custo, para que o processo de manutenção consiga produzir o *output* em questão (variação do ICS). O número N nos projetos básicos é calculado segundo os fatores de equivalência de carga do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (*U.S. Army Corps of Engineers – USACE*). A Tabela 3.18 apresenta os números N das DMUs e o valor corrigido, dado pelo inverso multiplicativo do valor original.

Tabela 3.18 – Dados da variável Tráfego

DMU	Número N	Número N Ajustado
MG1	2,60E+06	0,0000003846
MG2	3,40E+05	0,0000029412
MG3	-	-
MG4	2,90E+07	0,0000000345
MG5	1,60E+06	0,0000006250
MG6	1,80E+06	0,0000005556
MG7	1,40E+07	0,0000000714
MG8	1,10E+06	0,0000009091
MG9	8,20E+06	0,0000001220
MG10	3,40E+06	0,0000002941
MG11	3,60E+06	0,0000002778
MG12	4,00E+05	0,0000025000
MG13	3,30E+06	0,0000003030
MG14	2,70E+06	0,0000003704
MG15	5,10E+05	0,0000019608
MG16	3,70E+06	0,0000002703
MG17	4,20E+06	0,0000002381
MG18	4,40E+06	0,0000002273

Não havia dados referentes ao número N para MG3 em seu projeto básico. Nota-se que cada projeto básico reproduz texto orientador que aponta que o projeto deve conter, dentre outras coisas, “tráfego do segmento analisado e número N estimado para o período de projeto”. Outro registro que se faz necessário é que o trecho correspondente à MG8 possui dois números N distintos (1,00E+06 e 1,20E+06). Por isso, foi considerado como número N dessa DMU a média aritmética dos dois.

Quanto à variável Deflexão, entendeu-se que as quatro faixas representativas para deflexão (Tabela 3.10) poderiam ser traduzidas por valores de referência (1, 2, 3 e 4), como apresentado na Tabela 3.19. Como não há referências quanto a diferença entre as faixas, assume-se que é a mesma (unitária) entre cada uma. Para que não seja uma variável de *input* anti-isotônica, os valores de referência são maiores à medida que as faixas são mais desejáveis, ou seja, representam uma situação mais favorável à produção do *output*.

Tabela 3.19 – Faixas representativas para deflexão e valores de referência

Faixa		Valor de Referência
Faixa 1	$D_c/D_{adm} \leq 1,1$	4
Faixa 2	$1,1 < D_c/D_{adm} \leq 1,5$	3
Faixa 3	$1,5 < D_c/D_{adm} \leq 2,0$	2
Faixa 4	$D_c/D_{adm} > 2,0$	1

Dados de D_c são apresentados no projeto básico de cada contrato. Já a D_{adm} foi calculada pela Equação 3.4, normatizada em DNER (1979).

$$\log D_{adm} = 3,01 - 0,176 \log N \quad (3.4)$$

Cada segmento homogêneo apresenta valores próprios de deflexão. Assim, foram calculadas as razões D_c/D_{adm} para cada um, em seguida a média dos valores de todos os trechos e correspondência do resultado aos valores de referência, conforme a Tabela 3.20.

Tabela 3.20 – Dados da variável Deflexão

DMU	Média D_c/D_{adm}	Valor de Referência
MG1	-	-
MG2	-	-
MG3	-	-
MG4	-	-
MG5	0,507496252	4
MG6	1,046196317	4
MG7	0,405325085	4
MG8	0,585362680	4
MG9	0,464647264	4
MG10	1,217061678	3
MG11	0,960417546	4
MG12	0,664579685	4
MG13	1,284442612	3
MG14	0,639339313	4
MG15	0,830682719	4
MG16	0,591117432	4
MG17	0,737222028	4
MG18	-	-

Os projetos básicos das DMUs MG1, MG2, MG3, MG4 e MG18 não apresentam dados de deflexão, mesmo com a disposição do DNIT, reproduzida em todos os projetos básicos, de que dentre as atividades que devem ser desenvolvidas na elaboração do projeto está a “determinação de deflexões do pavimento (...)”.

Entendeu-se também que valores de referência (1, 2 e 3) poderiam traduzir as três classes admitidas por DNIT (2017b) referentes à declividade das rodovias (vide Tabela 3.9). Assim, a variável “Terreno” foi traduzida pelos valores de referência apresentados na Tabela 3.21. A diferença de uma unidade entre as classes é assumida pelo mesmo princípio relativo às faixas representativas para deflexão, e os valores foram atribuídos com vistas ao princípio da isotonicidade.

Tabela 3.21 – Índices e classes utilizados no mapa de declividades e valores de referência

Classe	Classe - CPMR	Classe - PNMR	Valor de Referência
Plano	0 a 3 %	Plano	3
Suave Ondulado	3 a 8 %	Suave Ondulado	2
Ondulado	8 a 20 %	Ondulado	1

As coordenadas geográficas dos trechos de cada DMU, considerados desde o ponto mais próximo do quilômetro zero até o mais distante de forma contínua (exceto MG2 e MG10, vide seção 3.2), foram inseridas no programa Google Earth para obtenção dos valores correspondentes a essa variável, conforme Tabela 3.22.

Tabela 3.22 – Dados da variável Terreno

DMU	Inclinação Média (%)	Valor de Referência
MG1	3,3	2
MG2	5,0	2
MG3	2,1	3
MG4	1,9	3
MG5	1,5	3
MG6	2,3	3
MG7	2,1	3
MG8	3,1	3
MG9	2,2	3
MG10	3,1	2
MG11	3,9	2
MG12	3,9	2
MG13	3,3	2
MG14	3,9	2
MG15	2,8	3
MG16	4,9	2
MG17	3,5	2
MG18	2,7	3

A variável Área Total refere-se ao comprimento e largura das pistas e acostamentos de cada DMU. Assim, a área de cada DMU foi calculada (em m²), e os valores ajustados (inverso

multiplicativo) com vistas ao problema da isotonicidade: quanto maior a área, maior o esforço para a realização da manutenção do pavimento. A Tabela 3.23 apresenta os dados referentes a essa variável.

Tabela 3.23 – Dados da variável Área Total

DMU	Área Total (m²)	Área Total Ajustada
MG1	313.480	0,000003190
MG2	273.120	0,000003661
MG3	141.120	0,000007086
MG4	1.450.820	0,000000689
MG5	1.334.750	0,000000749
MG6	494.500	0,000002022
MG7	744.750	0,000001343
MG8	588.600	0,000001699
MG9	1.180.360	0,000000847
MG10	1.128.905	0,000000886
MG11	632.100	0,000001582
MG12	424.660	0,000002355
MG13	869.680	0,000001150
MG14	750.300	0,000001333
MG15	669.500	0,000001494
MG16	592.950	0,000001686
MG17	930.160	0,000001075
MG18	921.800	0,000001085

Por fim, os dados utilizados para a variável de *output*, Mudança na Condição do Pavimento, foram disponibilizados pelo DNIT e tratados posteriormente. Foram disponibilizados os dados de ICS das rodovias correspondentes às DMUs para os anos de 2013, 2014, 2015 e 2017 (não foram feitos levantamentos no ano de 2016 por problemas licitatórios. Assim, a condição do pavimento no final do contrato referente à MG18 foi dada pelos dados de 2017. Ademais, por razões executivas do DNIT, indicaram-se para o ano de 2012 que os dados a serem utilizados deveriam ser os resultantes de levantamentos realizados em 2013).

A representação técnica do órgão designada para apoio a esta pesquisa nesta questão informou que os dados disponibilizados são os mais representativos da condição do pavimento no início e no fim dos contratos (com ressalvas, sobretudo, para os dados para o ano de 2016). Mesmo os dados provenientes de levantamentos realizados em momento posterior ao início dos contratos ou momento anterior às suas datas de encerramento são válidos e adequados (os levantamentos não são realizados quando as rodovias estão em obras.

Registra-se que o início e encerramento dos contratos envolvem trâmites burocráticos). Por exemplo: MG11 teve seu início em 05/04/2013, e os dados referentes à condição do pavimento no trecho correspondente obtidos por levantamento realizado em 18/07/2013.

As coordenadas geográficas do quilômetro inicial e do quilômetro final das DMUs, apresentadas nos projetos básicos, foram convertidas de grau minuto segundo (formato dos projetos básicos) para grau decimal (formato dos dados concedidos pelo DNIT para esta pesquisa) por meio da calculadora geográfica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com Datum de entrada SAD 69, conforme sinalizado nos projetos básicos, e de saída WGS 84, conforme indicado pela mesma representação técnica mencionada anteriormente e sinalizado em DNIT (2009). Nota-se que as conversões foram feitas também para Datum de saída SAD 69, e as variações de ICS foram as mesmas.

As coordenadas convertidas foram então utilizadas como referência para os dados dos arquivos disponibilizados pelo DNIT. Houve casos em que não foram encontradas as exatas coordenadas nos arquivos, de modo que foram utilizadas as mais próximas (cotejadas com as quilometragens correspondentes, que em todos os casos se mostraram razoavelmente próximas). Nota-se, porém, que diferentes tecnologias e a dinâmica do SGP do DNIT fazem com que uma coordenada corresponda a quilometragens diversas nos diferentes anos. Por exemplo, o quilômetro final da MG7 (438,30) possui coordenadas de longitude -43.9432 e latitude -17.3020 (45°56,565'O 17°18,091'S), no levantamento de 2015 corresponde ao quilômetro 437,94.

Interessante foram os casos da MG16 e MG15 (esta última principalmente), cujas fichas de segmentos homogêneos nos respectivos projetos básicos apresentam informações até quilometragens anteriores às finais indicadas. Todavia, as coordenadas indicadas correspondem a pontos próximos do quilômetro final de cada uma nos arquivos disponibilizados pelo DNIT. As fichas vão até o quilômetro 79,4 em MG15, que possui ponto final indicado no quilômetro 84,3, mas as coordenadas correspondem ao quilômetro 84,16 em 2013 e quilômetro 83,96 em 2015 nos arquivos disponibilizados para esta pesquisa. Para MG16, cujo quilômetro final é 774,1, as fichas apresentam dados apenas até o quilômetro 773,00, mas as coordenadas indicam os quilômetros 774,00 em 2013 e 773,16 em 2015 nos arquivos fornecidos.

Foi calculada a média do ICS (o levantamento é feito a cada 20m) para os trechos entre o ponto mais próximo do quilômetro zero e o mais distante em trecho contínuo (exceto MG2 e

MG10). Em seguida, as médias foram ajustadas segundos as faixas apresentadas na Tabela 3.4, e então foram calculadas as diferenças entre o índice no início e no fim do contrato. A Tabela 3.24 apresenta os dados referentes à variável de *output*.

Tabela 3.24 – Dados da variável Mudança na Condição do Pavimento

DMU	Ano Ref. Início	ICS		Ano Ref. Fim	ICS		Variação ICS
		Média	Ref.		Média	Ref.	
MG1	2013	2,27	2	2015	4,27	4	2
MG2	2013	2,68	3	2015	4,30	4	1
MG3	2012	3,00	3	2014	2,94	3	0
MG4	2012	3,68	4	2014	4,36	4	0
MG5	2013	4,49	4	2015	4,74	5	1
MG6	2013	3,11	3	2015	3,88	4	1
MG7	2013	3,48	3	2015	3,44	3	0
MG8	2013	4,18	4	2015	3,81	4	0
MG9	2013	4,38	4	2015	4,48	4	0
MG10	2013	3,29	3	2015	3,98	4	1
MG11	2013	3,35	3	2015	4,03	4	1
MG12	2013	3,91	4	2015	4,15	4	0
MG13	2013	4,08	4	2015	4,36	4	0
MG14	2013	4,57	5	2015	4,70	5	0
MG15	2013	4,15	4	2015	4,29	4	0
MG16	2013	3,14	3	2015	4,06	4	1
MG17	2013	4,15	4	2015	4,59	5	1
MG18	2014	3,60	4	2016	3,38	3	-1

3.6. SELEÇÃO DO MODELO (SEXTA ETAPA)

A seleção do modelo DEA corresponde à sexta etapa. É necessária a averiguação dos retornos de escala do processo analisado e decisão sobre a orientação, se ao *input* ou ao *output*, fundamentada na dinâmica do processo e/ou na opinião dos decisores.

A decisão acerca dos retornos de escala é feita pela análise do processo em questão (manutenção do pavimento rodoviário). De acordo com Ozbek (2007), é mais provável que processos como a manutenção rodoviária se encontrem retornos variáveis de escala, ou seja, que variações nos *inputs* resultem em variações desproporcionais nos *outputs* quando se trata de manutenção rodoviária. Nota-se que uma DMU CCR eficiente é também BCC eficiente, mas o contrário não é necessariamente verdadeiro. Assim, o modelo DEA-BCC, de retornos variáveis de escala, foi escolhido para esta avaliação.

Já a orientação deve ser determinada segundo as dinâmicas do processo. Se há maior flexibilidade por parte dos decisores em alterar os *outputs*, então o modelo orientado ao *output* deve ser escolhido. Já se for o caso de os decisores serem mais flexíveis quanto aos *inputs*, o modelo orientado ao *input* deve ser escolhido. Assim, se a orientação for ao *output* é porque se busca o nível em que as unidades ineficientes devem aumentar a produção de *outputs* para se tornarem eficientes sem alterar o nível de *inputs*, mas se a orientação for ao *input* é porque se tem em vista identificar quanto se deve reduzir o nível de *inputs* para que as unidades ineficientes se tornem eficientes sem variação do nível de *outputs* (Golany & Roll, 1989; Avkiran, 2006).

Os decisores do DNIT apontaram maior flexibilidade quanto aos *inputs*, especificamente ao *input* Custo (único *input* controlável). Ademais, a eficiência de custo é o ponto-chave desta avaliação. Por isso, o modelo DEA-BCC tem orientação ao *input* nesta pesquisa. O modelo DEA-BCC orientado ao *input* adaptado por Banker & Morey (1986) foi apresentado na seção 3.3.

4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

No Capítulo 3 o método utilizado neste trabalho foi apresentado e as seis primeiras etapas cumpridas. Neste capítulo, as etapas de execução do modelo, o desenvolvimento de conclusões acerca dos resultados obtidos e a identificação dos efeitos das variáveis incontroláveis são apresentados.

4.1. EXECUÇÃO DO MODELO (SÉTIMA ETAPA)

A sétima etapa corresponde à execução do modelo DEA para obtenção de resultados. Nessa etapa são obtidos os escores de eficiência e outros resultados gerados pelo modelo. Apresentam-se na Tabela 4.1 as DMUs e os dados referentes a cada variável componente da avaliação aqui levada a cabo. A sigla MCP corresponde à variável de *output*, Mudança na Condição do Pavimento.

Como todas as variáveis devem ser comuns a todas as DMUs, cinco unidades foram desconsideradas por não haver dados referentes à variável Deflexão para elas: MG1, MG2, MG3 (também sem dados para a variável Tráfego), MG4 e MG18 (Charnes *et al.*, 1978). Assim, este trabalho acabou por ter treze unidades em seu universo avaliativo. As informações das DMUs não consideradas estão tachadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Informações das DMUs para cada variável

DMU	Custo	Clima	Tráfego	Deflexão	Terreno	Área Total	MCP
MG1	R\$ 9.773.033,67	50	0,0000003846	-	2	0,000003190	2
MG2	R\$ 9.832.432,69	50	0,0000029412	-	2	0,000003661	1
MG3	R\$ 10.638.912,43	50	-	-	3	0,000007086	0
MG4	R\$ 44.630.144,02	50	0,0000000345	-	3	0,000000689	0
MG5	R\$ 28.361.606,42	50	0,0000006250	4	3	0,000000749	1
MG6	R\$ 19.954.898,39	50	0,0000005556	4	3	0,000002022	1
MG7	R\$ 11.341.959,96	50	0,0000000714	4	3	0,000001343	0
MG8	R\$ 19.184.576,22	50	0,0000009091	4	3	0,000001699	0
MG9	R\$ 30.827.349,71	50	0,0000001220	4	3	0,000000847	0
MG10	R\$ 27.489.082,25	50	0,0000002941	3	2	0,000000886	1
MG11	R\$ 20.197.443,43	50	0,0000002778	4	2	0,000001582	1
MG12	R\$ 5.120.194,11	50	0,0000025000	4	2	0,000002355	0
MG13	R\$ 37.636.032,62	50	0,0000003030	3	2	0,000001150	0
MG14	R\$ 12.762.730,95	50	0,0000003704	4	2	0,000001333	0
MG15	R\$ 21.181.343,15	50	0,0000019608	4	3	0,000001494	0
MG16	R\$ 20.352.333,11	50	0,0000002703	4	2	0,000001686	1
MG17	R\$ 14.717.107,94	50	0,0000002381	4	2	0,000001075	1
MG18	R\$ 32.766.952,15	50	0,0000002273	-	3	0,000001085	1

Valores iguais a zero não são adequados para DEA uma vez que representam *inputs* utópicos ou a pior situação possível para *outputs*. Assim, os valores nulos foram substituídos por 0,001 (Avkiran, 2006).

Os resultados obtidos pela avaliação da eficiência da manutenção do pavimento rodoviário de treze contratos de manutenção realizados em rodovias federais de Minas Gerais são apresentados na Tabela 4.2. Foi utilizado o *software* Frontier Analyst® como instrumento de apoio à avaliação.

Tabela 4.2 – Resultados da avaliação

DMU	Efic.	Custo (R\$)	Alvo (R\$)	Refs.	Pares	Par 1	Par 2	$\lambda 1$	$\lambda 2$
MG5	100,0%	28.361.606,42	28.361.606,42	0	-	-	-	-	-
MG6	73,8%	19.954.898,39	14.717.107,94	-	1	MG17	-	1,00	-
MG7	100,0%	11.341.959,96	11.341.959,96	2	-	-	-	-	-
MG8	47,9%	19.184.576,22	9.195.878,57	-	2	MG7	MG12	0,6551	0,3449
MG9	100,0%	30.827.349,71	30.827.349,71	0	-	-	-	-	-
MG10	100,0%	27.489.082,25	27.489.082,25	1	-	-	-	-	-
MG11	72,9%	20.197.443,43	14.717.107,94	-	1	MG17	-	1,00	-
MG12	100,0%	5.120.194,11	5.120.194,11	2	-	-	-	-	-
MG13	73,0%	37.636.032,62	27.489.082,25	-	1	MG10	-	1,00	-
MG14	100,0%	12.762.730,95	12.762.730,95	0	-	-	-	-	-
MG15	49,2%	21.181.343,15	10.413.613,47	-	2	MG7	MG12	0,8508	0,1492
MG16	72,3%	20.352.333,11	14.717.107,94	-	1	MG17	-	1,00	-
MG17	100,0%	14.717.107,94	14.717.107,94	3	-	-	-	-	-

A avaliação gerou resultados que indicam sete das treze DMUs como eficientes: MG5, MG7, MG9, MG10, MG12, MG14 e MG17. As outras seis obtiveram escores de eficiência menores do que 100%, indicando ineficiência.

Das sete DMUs eficientes, apenas três atuam como *benchmarks* para as ineficientes: MG10 para a MG13; MG17 para as unidades MG6, MG11 e MG16; MG7 como par principal das MG8 e MG15; e MG12 como par secundário dessas mesmas unidades ineficientes.

A importância relativa da MG7 para a formação do alvo da unidade MG8 é de 65,51%, de modo que o peso de MG12 para a mesma DMU é de 34,49%. Já para MG15, as importâncias dos pares são mais discrepantes do que para MG8, sendo 85,08% o peso da MG7 e 14,92% o da MG12. Na Figura 4.1 apresenta-se um diagrama dos resultados obtidos pela execução do modelo. As DMUs em azul em tom claro são eficientes, e as em tom escuro ineficientes. As setas que saem das unidades ineficientes apontam para seus pares. Para as unidades MG8 e

MG15, duas setas, com representação de intensidade diferentes, indicativas dos pesos de seus pares, apontam para suas DMUs de referência.

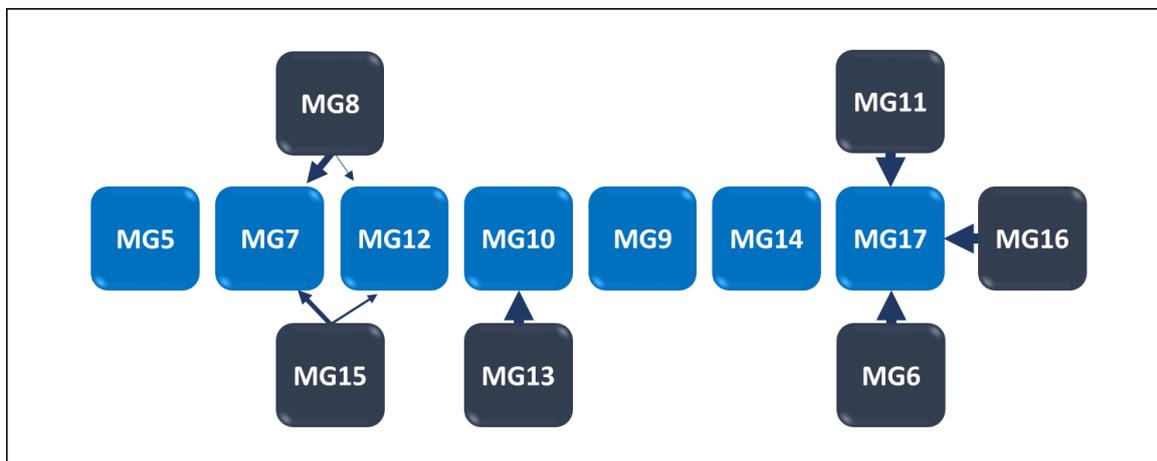


Figura 4.1 – Diagrama de eficiência e *benchmarks*

4.2. DESENVOLVIMENTO DE CONCLUSÕES (OITAVA ETAPA)

A oitava etapa é o desenvolvimento de conclusões sobre os resultados gerados. A primeira observação relevante a ser feita é sobre a quantidade de unidades eficientes que a avaliação identificou. Identifica-se uma relação adequada, mas relativamente prejudicial à análise entre a quantidade de variáveis e de DMUs, evidenciada pelo número relativamente grande de unidades eficientes; maioria de unidades consideradas eficientes. Assim, poucas unidades podem ser alvos de avaliação de melhoria baseada nos resultados apresentados. Nota-se, ainda assim, como mencionado, que a relação é ainda adequada, obedecendo regra frequentemente aceita na literatura (*2ms*, tal como explicado na seção 3.2).

As reduções nos custos que possibilitariam às unidades ineficientes produzirem a mesma quantidade de *output* que produziram segundo a avaliação ora realizada são apresentadas na Tabela 4.3. Destacam-se as ineficiências das DMUs MG8 e MG15, cujos custos poderiam ter sido mais de 50% menores.

Tabela 4.3 – Potencial de melhoria de cada DMU

DMU	Eficiência	Alvo	Potencial de Melhoria
MG5	100,0%	R\$ 28.361.606,42	0,0%
MG6	73,8%	R\$ 14.717.107,94	26,2%
MG7	100,0%	R\$ 11.341.959,96	0,0%
MG8	47,9%	R\$ 9.195.878,57	52,1%
MG9	100,0%	R\$ 30.827.349,71	0,0%
MG10	100,0%	R\$ 27.489.082,25	0,0%
MG11	72,9%	R\$ 14.717.107,94	27,1%
MG12	100,0%	R\$ 5.120.194,11	0,0%
MG13	73,0%	R\$ 27.489.082,25	27,0%
MG14	100,0%	R\$ 12.762.730,95	0,0%
MG15	49,2%	R\$ 10.413.613,47	50,8%
MG16	72,3%	R\$ 14.717.107,94	27,7%
MG17	100,0%	R\$ 14.717.107,94	0,0%

Somadas as ineficiências identificadas pela avaliação proposta, os custos totais das treze unidades avaliadas poderiam ter sido R\$47.256.728,81 menores. Tais ineficiências são representadas graficamente na Figura 4.2 pelas seções listradas das colunas vinculadas ao custo de cada unidade. As colunas sem partes assim preenchidas indicam DMUs eficientes.

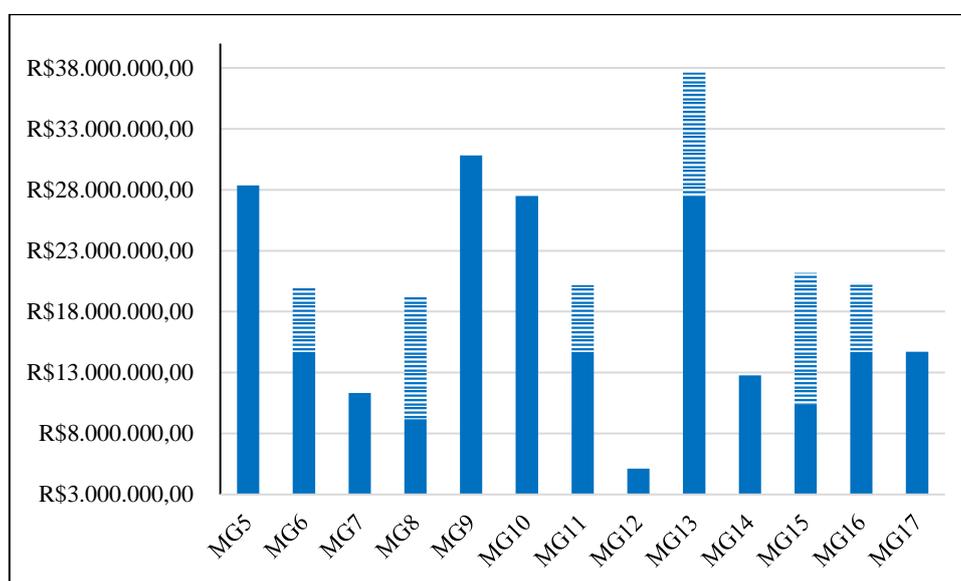


Figura 4.2 – Representação gráfica das ineficiências das DMUs

Ao gestor, tais resultados possuem o potencial de criar um alerta para que as DMUs ineficientes sejam investigadas para que as causas das ineficiências sejam investigadas a fundo. Para tanto, os pares identificados podem ser utilizados como referências para tal investigação. Os *benchmarks* significam unidades que apresentam similaridades com as unidades ineficientes no que concerne às variáveis de avaliação, de modo que podem ser

utilizadas como referências factíveis para identificação de práticas inadequadas nas DMUs que apresentaram custos excessivos relacionados à manutenção rodoviária realizada.

As estratégias e práticas operacionais levadas a cabo na MG17 servem como baliza para que as ações e decisões geradoras de ineficiência (excesso de custo) sejam investigadas e identificadas nos contratos correspondentes à MG6, MG11 e MG16. Em outras palavras, o decisor possui uma referência objetiva de comparação para identificação de erros ou excessos no que concerne às práticas desses contratos ineficientes. De modo similar, MG13 pode ser investigada comparativamente à MG10 para identificação das causas de ineficiência. Já as unidades MG8 e MG15 possuem dois *benchmarks*: MG7 e MG12. Isso significa que ambas as DMUs eficientes podem ser utilizadas como referências para investigação de causas de ineficiências para essas unidades ineficientes. Todavia, MG7 possui um peso maior para tal comparação, sobretudo para MG15, e por isso deve ser priorizada como unidade de referência.

Outro aspecto relevante deve ser analisado: os pesos das variáveis. Uma das vantagens da DEA é que sua lógica matemática fundamental permite que cada unidade determine livremente os pesos das variáveis de modo a otimizar a eficiência, dadas as sujeições de cada formulação. A plena flexibilidade para determinação de pesos permite avaliar as unidades pela melhor situação possível para elas. Entretanto, essa vantagem pode ser vista como uma inconveniência em alguns casos. A Tabela 4.4 apresenta os pesos das variáveis na formação do escore de eficiência das unidades.

Tabela 4.4 – Pesos das variáveis na formação do escore de eficiência

DMU	Custo	Clima	Tráfego	Deflexão	Terreno	Área Total	MCP
MG5	0,3583	0,0000	0,0000	0,0000	0,2457	0,3960	1,0000
MG6	0,2809	0,0000	0,0000	0,0000	0,7191	0,0000	1,0000
MG7	0,1516	0,0000	0,0490	0,0000	0,0000	0,7994	1,0000
MG8	0,2171	0,0000	0,0263	0,0000	0,7566	0,0000	1,0000
MG9	0,3609	0,0000	0,0242	0,0000	0,0000	0,6149	1,0000
MG10	0,4177	0,0000	0,0000	0,0000	0,5823	0,0000	1,0000
MG11	0,2833	0,0000	0,0000	0,0000	0,7167	0,0000	1,0000
MG12	0,0541	0,0000	0,0000	0,0000	0,9459	0,0000	1,0000
MG13	0,3593	0,0000	0,0000	0,0000	0,6407	0,0000	1,0000
MG14	0,1800	0,0000	0,0000	0,0379	0,6397	0,1424	1,0000
MG15	0,2530	0,0000	0,0000	0,0000	0,6373	0,1097	1,0000
MG16	0,2849	0,0000	0,0000	0,0000	0,7151	0,0000	1,0000
MG17	0,1423	0,0000	0,0665	0,0000	0,0000	0,7912	1,0000

As unidades podem ser eficientes mesmo determinando peso igual a zero (ou até por isso) para alguma(s) variável(eis) (como no caso da avaliação aqui realizada), o que pode ser inaceitável do ponto de vista do decisor ou do autor da pesquisa, que podem não considerar adequado ou mesmo factível que as unidades negligenciem alguma(s) da(s) variável(eis) na formação do escore de eficiência.

Assim, valores de julgamento podem ser atribuídos aos pesos das variáveis. Tais valores podem refletir informações conhecidas sobre o comportamento das variáveis e/ou valores e preferências dos envolvidos. A incorporação de valores de julgamento pode ser realizada por meio de diversos métodos (Thanassoulis *et al.*, 2004).

Apesar de não ser objetivo desta pesquisa avaliar a eficiência das DMUs por meio da incorporação de valores de julgamento, a exposição de variações na eficiência das unidades quando pesos são restringidos enriquece a análise. Assim, apresenta-se na Tabela 4.5 a comparação dos escores de eficiência quando obtidos por determinação livre de pesos para as variáveis e em casos de imposição de pesos mínimos para os as variáveis de *input*.

Tabela 4.5 – Escores comparativos: sem restrições de peso e valores mínimos arbitrários

DMU	Eficiência Original	Eficiência Peso 1	Eficiência Peso 2
MG5	100,0%	100,0%	100,0%
MG6	73,8%	72,3%	70,7%
MG7	100,0%	100,0%	100,0%
MG8	47,9%	47,8%	47,6%
MG9	100,0%	100,0%	100,0%
MG10	100,0%	100,0%	100,0%
MG11	72,9%	72,4%	71,8%
MG12	100,0%	100,0%	100,0%
MG13	73,0%	72,4%	71,8%
MG14	100,0%	100,0%	100,0%
MG15	49,2%	47,9%	46,7%
MG16	72,3%	71,8%	71,2%
MG17	100,0%	100,0%	100,0%

Foram determinados valores mínimos arbitrários no valor de um e dois para todos os *inputs*. Segundo Thanassoulis *et al.* (2004), geralmente os escores tendem a ser menores com a incorporação de valores de julgamento, o que se observa neste caso. Neste mesmo sentido, quanto mais restritiva for especialização das unidades em certas variáveis, ou seja, quanto maior for a diferença entre quantidade de DMUs e de variáveis; quanto menor for o efeito da

maldição da dimensionalidade, menor tende a ser o escore de eficiência das unidades. Nota-se, assim, que a avaliação aqui realizada foi generosa com as unidades, fazendo das DMUs ineficientes objetos de ressaltada importância de investigações aprofundadas por parte dos decisores, referentes a estrutura e práticas gerenciais e operacionais que envolveram os contratos em questão.

O método desenvolvido aborda objetivamente a eficiência. Todavia, se combinada com outra dimensão de desempenho, a avaliação pode ser enriquecida. Segundo Ozbek (2007), consideração da dimensão da eficácia pode ser de grande valia para o real entendimento da eficiência das unidades avaliadas. Neste sentido, não se dispõe de parâmetros para julgamento da eficácia da manutenção do pavimento rodoviário quanto ao ICS. Entretanto, é certo que variações nulas referentes às faixas de conceito desse índice representam ineficácia.

Assim, assumido que a mudança em pelo menos um nível representa algum grau de eficácia, e variação nenhuma representa nenhum grau de eficácia, tem-se que apenas três das sete DMUs eficientes são também eficazes: MG5, MG10 e MG17 (vide Tabela 3.24). Ressalva-se que, se considerada a escala de três níveis utilizada frequentemente pelo DNIT para divulgação de resultados (4 e 5 = “Bom”; 3 = “Regular”; 1 e 2 = “Ruim”), MG5 e MG17 apresentariam variação igual a zero.

Neste sentido, é notório o resultado obtido pela avaliação da variação de ICS das DMUs. A maioria das DMUs apresenta variação igual a zero, o que significa que, apesar dos esforços empreendidos, não houve melhoria objetiva da condição do pavimento do ponto de vista das faixas de ICS (vide Tabela 3.4). Nenhuma unidade avaliada apresentou variação superior a um nível (ressalva-se que MG1 apresentou um salto positivo de dois níveis, e MG18 uma piora de um nível).

O fato de 56% das 18 DMUs inicialmente investigadas apresentarem ICS inicial igual a quatro ou cinco pode explicar parte do problema identificado, visto que as rodovias que foram objetos dos respectivos contratos apresentavam condição boa ou ótima (vide Tabela 3.4). Unidades com ICS inicial igual a três representam 39% do total, e uma unidade (6%) apresentou ICS inicial igual a dois.

A análise sob o ponto de vista do IRI e do IGG individualmente, índices que compõem o ICS, ilumina essa questão. Como apresentado na Tabela 4.6, ambos os índices indicam variações pequenas na condição do pavimento para a maioria das DMUs, sendo que oito unidades

apresentaram nenhuma variação em ambos os índices, e uma (MG3) apresentou variação negativa no IGG e variação nula no IRI. Nota-se que como o ICS é dado pela pior situação entre o IGG e o IRI para cada trecho traduzida pelos valores de referência dos cinco níveis da escala utilizada pelo DNIT e não por valores puros, algumas discrepâncias causadas por essa abordagem de cálculo podem ser encontradas.

Tabela 4.6 – Informações de IGG e IRI

DMU	IGG _{t0}	Ref.	IGG _{t1}	Ref.	Δ IGG	IRI _{t0}	Ref.	IRI _{t1}	Ref.	Δ IRI
MG1	63,29	3	4,88	5	2	4,54	2	2,45	5	3
MG2	52,53	3	5,56	5	2	4,28	2	2,42	5	3
MG3	12,44	5	22,96	4	-1	3,51	3	3,98	3	0
MG4	35,14	4	7,11	5	1	2,60	4	2,34	5	1
MG5	7,97	5	1,61	5	0	2,17	5	2,06	5	0
MG6	49,36	3	10,40	5	2	3,37	3	2,82	4	1
MG7	25,82	4	31,88	4	0	2,96	4	2,79	4	0
MG8	3,38	5	14,59	5	0	2,53	4	2,71	4	0
MG9	12,07	5	10,12	5	0	2,20	5	2,06	5	0
MG10	24,99	4	23,95	4	0	3,47	3	2,12	5	2
MG11	19,71	5	7,70	5	0	3,22	3	2,68	4	1
MG12	7,47	5	3,63	5	0	2,82	4	2,66	4	0
MG13	23,76	4	16,93	5	1	2,07	5	1,64	5	0
MG14	14,21	5	3,54	5	0	2,26	5	2,03	5	0
MG15	16,74	5	7,73	5	0	2,44	5	2,42	5	0
MG16	39,43	4	22,02	4	0	3,11	3	2,17	5	2
MG17	18,72	5	8,74	5	0	2,27	5	1,90	5	0
MG18	41,53	3	53,78	3	0	2,63	4	2,34	5	1

A importância de informações obtidas pela aplicação de métodos e processos rigorosos de análise é ressaltada por Chasey *et al.* (1997). Ineficiências podem ser geradas por falta de sistematização ou aprimoramento técnico e gerencial em processos-chave. Nota-se que foram frequentemente relatadas – ressalva-se, em caráter informal – por técnicos e gestores do DNIT práticas e decisões inadequadas nas atividades do órgão, realizadas sem fundamentação técnica apropriada, inclusive em processos que envolvem contratos de manutenção.

De acordo com Ozbek (2007), apesar de a DEA não apontar objetivamente as causas subjacentes de ineficiência das unidades, as informações obtidas servem como guias para estratégias e ações gerenciais, inclusive expectativas de desempenho dado certo nível orçamentário. Embora as DMUs representem contratos de manutenção encerrados, a

investigação de causas subjacentes das ineficiências apontadas por esta avaliação deve ser levada a cabo pois possui valor presente e futuro. O valor presente está na possibilidade de identificação de ilegalidades ou erros técnicos, cujos envolvidos podem ser responsabilizados. O valor futuro, por sua vez, repousa na prevenção de erros, de modo que as decisões e supervisões relacionadas a contratos futuros sejam mais bem executadas, fundamentadas empiricamente.

4.3. EFEITO DAS VARIÁVEIS INCONTROLÁVEIS (NONA ETAPA)

A nona e última etapa corresponde à identificação do efeito das variáveis incontrolláveis na avaliação da eficiência das DMUs. Para tanto, foram atribuídos valores iguais para todas as variáveis incontrolláveis e o modelo foi novamente executado.

O modelo assim executado considera que todas as DMUs estão sob as mesmas condições incontrolláveis. A permanência de todas as variáveis, apesar de agora possuírem os mesmos valores, faz com que o modelo opere de maneira igual a quando foi executado com os valores originais das variáveis. Assim, conclusões mais robustas acerca do efeito geral das variáveis incontrolláveis podem ser desenvolvidas (Ozbek, 2007). A Tabela 4.7 apresenta os escores de eficiência originais (resultantes da avaliação na qual foram consideradas as variáveis incontrolláveis) e os gerados pela execução do modelo com variáveis incontrolláveis com valores iguais (uma unidade).

Tabela 4.7 – Efeito das variáveis incontrolláveis nos escores de eficiência

DMU	Eficiência Original	Eficiência Sem Variáveis Incontroláveis
MG5	100,0%	51,9%
MG6	73,8%	73,8%
MG7	100,0%	45,1%
MG8	47,9%	26,7%
MG9	100,0%	16,6%
MG10	100,0%	53,5%
MG11	72,9%	72,9%
MG12	100,0%	100,0%
MG13	73,0%	13,6%
MG14	100,0%	40,1%
MG15	49,2%	24,2%
MG16	72,3%	72,3%
MG17	100,0%	100,0%

Graficamente, os resultados apresentados na Tabela 4.7 são apresentados graficamente na Figura 4.3.

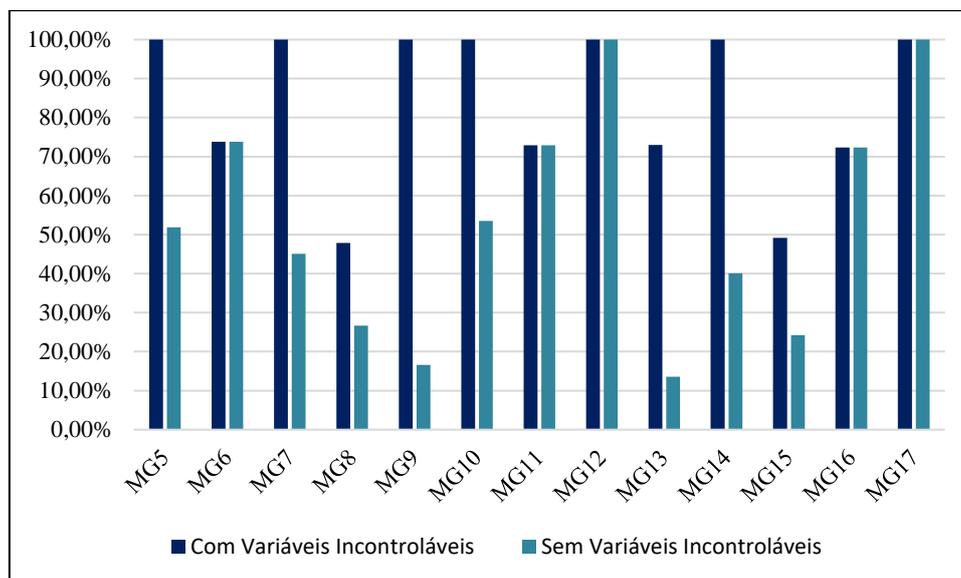


Figura 4.3 – Gráfico de eficiência das DMUs com e sem a consideração das variáveis incontroláveis

As DMUs cujos escores de eficiência permaneceram iguais podem ser vistas como aquelas que enfrentam condições operacionais e ambientais incontroláveis mais favoráveis; menos prejudiciais ao processo de manutenção rodoviária em comparação às outras unidades do universo de avaliação (Ozbek, 2007). Foram cinco as DMUs que apresentaram tal situação: MG6, MG11, MG12, MG16 e MG17.

Foi identificada diminuição dos escores de eficiência de oito das treze DMUs, sobretudo da MG9, cuja redução foi a mais significativa (83,40%). Isso significa que se não fossem consideradas as variáveis incontroláveis, as DMUs apresentariam quantidades significativas de ineficiências indevidas, causadas pelas condições que as envolvem. Assim, conclui-se que as variáveis incontroláveis influenciaram significativamente os escores de eficiência resultantes da avaliação aqui realizada, e, de fato, afetam expressivamente o processo de manutenção do pavimento rodoviário.

5 – CONCLUSÕES

As rodovias são de grande importância para diversas regiões no mundo, inclusive o Brasil. Para que possam cumprir adequadamente seu papel nas dinâmicas social e econômica nacionais, é necessário que apresentem continuamente condições apropriadas de uso para seus usuários. Neste sentido, a manutenção rodoviária é crucial.

Todos querem que a rodovia apresente boas condições, conseqüentemente, que sua manutenção seja realizada de modo conveniente. Entretanto, é justo que se queira que, para tanto, sejam utilizados apenas os recursos necessários, sem excessos. A essa ideia relaciona-se o conceito de eficiência.

Sobretudo no Brasil, a avaliação da manutenção rodoviária, particularmente sob a ótica da eficiência, é pouco explorada, ainda que notoriamente relevante. Deste modo, este trabalho se propôs a avaliar a eficiência da manutenção do pavimento de rodovias brasileiras. Entende-se que os resultados gerados por esta pesquisa foram satisfatórios.

Para alcançá-los, buscou-se determinar um escopo de avaliação adequado ante a realidade brasileira, afinal composto por rodovias federais com pavimento flexível. Diante da heterogeneidade de significados empregados em certos termos e conceitos relacionados à manutenção de rodovias no Brasil, foi necessário realizar uma discussão terminológica. Nota-se, foi proposta uma divisão harmônica dos tipos de manutenção rodoviária (particularmente fundamentada na manutenção do pavimento). Por fim, foram analisadas alternativas de avaliação de eficiência da manutenção de rodovias. A abordagem DEA foi escolhida, e sua implementação se deu por meio de um método composto por nove etapas, que permitiu a avaliação da eficiência de custo das DMUs (unidades de avaliação): treze contratos de manutenção do tipo CREMA I relativos a rodovias federais do estado de Minas Gerais (superintendência do DNIT em Minas Gerais).

A avaliação apresentou ineficiências gerais de R\$47.256.728,81. Nota-se que a DEA se propõe a avaliar a eficiência relativa de cada DMU em relação às unidades que compõem o universo avaliativo, de modo que as ineficiências não são absolutas.

Os procedimentos realizados e os resultados gerados sugerem problemas relevantes relacionados à manutenção rodoviária em todo o Brasil, apesar dos limites naturais do escopo de avaliação. Os avanços ensejados por esta pesquisa não são limitados às unidades aqui

avaliadas, mas podem contribuir, direta ou indiretamente, para a melhoria das rodovias brasileiras como um todo.

5.1. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Apesar de se considerar que os resultados gerados por este trabalho foram satisfatórios, é importante ressaltar que a avaliação poderia ter sido mais robusta se todos os dados almejados estivessem disponíveis. A idade do pavimento, por exemplo, que na literatura é apontada como um fator decisivo para a deterioração do pavimento, não pôde ser considerada na avaliação por falta de dados. Além disso, cinco unidades foram excluídas da avaliação por falta de dados referentes às variáveis Deflexão e Tráfego (das dezoito DMUs iniciais, a eficiência de apenas treze foi enfim avaliada).

O processo de obtenção de dados junto ao DNIT foi custoso, tanto pela já mencionada indisponibilidade de dados quanto por incongruência de informações fornecidas por diferentes representantes do órgão e apresentadas em obras de referência. Nota-se que em diversos momentos gestores e técnicos revelaram julgar necessário o aprimoramento gerencial e priorização técnica no cotidiano do órgão.

Também é importante destacar que a avaliação foi conservadora, de modo que as ineficiências tendem a ser maiores em avaliações que conseguirem superar a indisponibilidade de alguns dados para considerar mais variáveis e incluir mais DMUs no universo avaliativo (apesar de poucas, a quantidade de unidades avaliadas foi metodologicamente suficiente). Nota-se ainda que a inclusão de outros elementos avaliativos, como valores de julgamento, tende a gerar escores de eficiência diferentes.

Apesar de a DEA ter se mostrado uma interessante abordagem para avaliação da eficiência da manutenção rodoviária, particularmente focada no pavimento neste trabalho, não se pode afirmar que se trata da única alternativa adequada. O método utilizado para sua aplicação tampouco pode ser considerado a única opção possível, ainda que tenha se mostrado pertinente, assim como as escolhas feitas neste trabalho relacionadas a cada etapa que o compõem. As alternativas de avaliação não foram exaustivamente investigadas.

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se a aplicação de métodos e técnicas que sistematizem os dados necessários para o adequado acompanhamento gerencial das condições rodoviárias. A Dinâmica de Sistemas pode ser de grande valia, por exemplo.

Notou-se a necessidade de atualização e aprimoramento dos documentos oficiais do DNIT, que carecem, em alguns casos, de homogeneidade de termos e referências técnicas. Essa questão também foi reconhecida como crucial para o aprimoramento do órgão por parte de gestores e técnicos.

Recomenda-se que a avaliação aqui realizada seja executada com mais DMUs. Recomenda-se que seja feita avaliação com contratos de outras superintendências. Esta mesma pesquisa também pode ser realizada considerando rodovias estaduais, municipais ou concedidas, rodovias com pavimento rígido ou até com foco em outros elementos rodoviários.

Aconselha-se ainda que sejam feitos avanços no âmbito da utilização da DEA em pesquisas relacionadas à manutenção rodoviária. A comparação de diferentes modelos, a consideração de valores de julgamento ou novas propostas metodológicas são possibilidades interessantes, que muito têm a contribuir com o desenvolvimento da gestão de rodovias no País. Também a avaliação da eficiência por diferentes abordagens e técnicas pode ser de grande valor.

Por fim, sugere-se que sejam feitas pesquisas acerca da efetividade da manutenção rodoviária. Por vezes a eficácia e efetividade (e até mesmo eficiência) são entendidas como sinônimos, mas preconiza-se aqui o entendimento de que efetividade é o efeito real e positivo adequado de uma ação. Ou seja, trata-se de analisar e avaliar a condição da rodovia ao longo do tempo após o emprego de atividades de manutenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (1993) American Association of State Highway and Transportation Officials. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D.C., EUA.
- AHMED, S.; VEDAGIRI, P. & KRISHNA RAO, K. V. (2017) Prioritization of pavement maintenance sections using objective based Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 10, iss. 2, pp. 158-170.
- ALVES, K. R. & SANTAREM, L. M. S. (2015) Um panorama da manutenção rodoviária no Brasil e as experiências internacionais. *XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet*, Ouro Preto, Brasil.
- ANDRADE, E. L. de (2015) *Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões*. 5ª ed., Rio de Janeiro: LTC.
- ANDRADE, M. O.; MAIA, M. L. A. & LIMA NETO O. C. C. (2015) Impactos de investimentos em infraestruturas rodoviárias sobre o desenvolvimento regional no Brasil - possibilidades e limitações. *Transportes*, vol. 23, n. 2, pp. 90-99.
- AVKIRAN, N. K. (2006) *Productivity analysis in the service sector with data envelopment analysis*. 3ª ed., UQ Business School, The University of Queensland.
- BALBO, J. T. (2007) *Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração*. São Paulo: Oficina de Textos.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A. & COOPER, W. W. (1984) Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, vol. 30, n. 9, pp. 1078-1092.
- BANKER, R. D. & MOREY, R. C. (1986) Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs. *Operations Research*, vol. 34, iss. 4, pp. 513-521.
- BAPTISTA, C. F. N. (1978) *Pavimentação*. 3ª ed., Porto Alegre: Globo.
- BARROS, C. P. & DIEKE, P. U. C. (2007) Performance evaluation of Italian airports: a data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management*, vol. 13, iss. 4, pp. 184-191.
- BENICIO, J. & MELLO, J. C. C. B. S. (2014) Retornos de escala em DEA: críticas ao BCC e novo modelo. *SBPO – XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Salvador, BA, pp. 906-920.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P. & SOARES, J. B. (2006) *Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros*. Rio de Janeiro: Petrobrás: Abeda.
- BOUSSOFIANE, A.; DYSON, R. G. & THANASSOULIS, E. (1991) Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, vol. 52, iss. 1, pp. 1-15.
- BRADLEY, S. P.; HAX, A. C. & MAGNANTI, T. L. (1977) *Applied mathematical programming*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company.

- BRASIL (2001) *Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria [...] Departamento Nacional de InfraEstrutura de Transportes, e dá outras providências.* Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10233.htm> Acesso em 09 de setembro de 2016.
- BRASIL (2011) *Lei nº 12.379, de 6 de janeiro de 2011. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Viação - SNV; altera a Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997 [...] e dá outras providências.* Disponível em <<https://www.dnit.gov.br/download/sistema-nacional-de-viacao/pnv-lei-5.917/lei-12379-snv.pdf>>. Acesso em 28 de setembro de 2016.
- CARVALHO, C. C.; CARVALHO, M. F. H. & LIMA JÚNIOR, O. F. (2010) Efficient logistic platform design: the case of campinas platform. *XVI ICIEOM - International Conference on Industrial Engineering and Operations Management 2010*, São Carlos. Technological Innovation and Intellectual Property: Production Engineering Challenges in Brazil Consolidation in the World Economic Scenario.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W. & RHODES, E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, vol. 2, n. 6, pp. 429-444.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W. & THRALLA, R. M. (1991) Structure for classifying and characterizing efficiency and inefficiency in data envelopment analysis. *Journal of Productivity Analysis*, vol. 2, n. 3, pp. 197-237.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; & SEIFORD, L. M. (1994) *Data envelopment analysis: Theory, methodology, and applications*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- CHASEY, A. D.; GARZA, J. M. & DREW, D. R. (1997) Comprehensive Level of Service: Needed Approach for Civil Infrastructure Systems. *J. Infrastruct. Syst.*, vol. 3, iss. 4, pp. 143-153.
- CHEN, Y. & ZHU, J. (2004) Measuring information technology's indirect impact on firm performance. *Information Technology and Management*, vol. 5, iss. 1, pp. 9-22.
- CLÍMACO, N. C.; ANTUNES, C. H. & ALVES, M. J. G. (2003). *Programação linear multiobjetivo: do modelo de programação linear clássico à consideração explícita de várias funções objetivo*. Imprensa da Universidade de Coimbra, 393p.
- CNT (2016) Confederação Nacional do Transporte. *Pesquisa CNT de rodovias 2016: relatório gerencial*. Brasília, 402p.
- CNT (2017) Confederação Nacional do Transporte. *Pesquisa CNT de rodovias 2017: relatório gerencial*. Brasília, 406p.
- CNT (2018) Confederação Nacional do Transporte. *Boletim Estatístico - 01 - 2018*. Disponível em <<http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>> Acesso em 03 de abril de 2018.
- CONTRAN (2013) Conselho Nacional de Trânsito. *Resolução CONTRAN nº 430 DE 23/01/2013. Altera o prazo previsto no artigo 17 da Resolução CONTRAN nº*

258/2007 [...] e dá outras providências. Disponível em <<https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro18523/resolu%C3%A7%C3%A3o%20contran%20n%C2%BA%20430,%20de%2023-01-%202013.pdf>> Acesso em 20 de março de 2017.

CONTRAN (2015) Conselho Nacional de Trânsito. *Resolução nº 526 de 29 de abril de 2015. Referenda a Deliberação nº 142 de 17 de abril de 2015 [...]e revoga a Resolução CONTRAN nº 489 de 05 de junho de 2014.* Disponível em <<http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao5262015.pdf>> Acesso em 09 de agosto de 2017.

COOK, W. D. ROLL, Y. & KAZAKOV, A. (1990) A DEA model for measuring the relative efficiency of highway maintenance patrols. *Information Systems and Operational Research*, vol. 28, iss. 2, pp. 113-124.

COOK, W. D. & SEIFORD, L. M. (2009) Data envelopment analysis (DEA) – thirty years on. *European Journal of Operational Research*, vol. 192, iss. 1, pp. 1-17.

COOK, W. D.; TONE, K. & ZHU, J. (2014) Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *Omega*, vol. 44, pp. 1-4.

COOPER, W. W.; PARK, K. S. & YU, G. (1999) IDEA and AR-IDEA: models for dealing with imprecise data in DEA. *Management Science*, vol. 45, n. 4, pp. 597-607.

COOPER, W. W.; SEIFORD L. M. & ZHU, J. (2004) Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations. In Cooper, W. W.; Seiford L. M. & Zhu, J. (Eds.) *Handbook on Data Envelopment Analysis*, New York: Springer, pp. 1-39.

COOPER, W. W.; LI, S.; SEIFORD, L. M.; TONE, K.; THRALL, R. M. & ZHU, J. (2001) Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent developments. *Journal of Productivity Analysis*, vol. 15, iss. 3, pp. 217-246.

COSTELLO, S. B.; HENNING, T. F. P. & SHIVARAMU, H. (2017) *Benchmarking the operations and maintenance of New Zealand's roading sector.* NZ Transport Agency Research Report 605.

DADSON, D. K. (2001) *Impact of Environmental Classification on Steel Girder Bridge Elements Using Bridge Inspection Data.* Ph.D. dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State Univ., Blacksburg, Va., 192p.

DADSON, D. K.; GARZA, J. M. & WEYERS, R. E. (2002) Service Life and Impact of Virginia Environmental Exposure Condition on Paint on Steel Girder Bridges. *J. Infrastruct. Syst.*, vol. 8, iss. 4, pp. 149-159.

DALKEY, N. & HELMER, O. (1963) An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, vol. 9, iss. 3, pp. 458-467.

DARAIO, C. & SIMAR, L. (2007) *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis: Methodology and Applications.* New York: Springer.

DNER (1973) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *Normas para o Projeto das Estradas de Rodagem.* Disponível em

- <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/normas-projeto-estr-rod-reeditado-1973.pdf>> Acesso em 08 de agosto de 2017.
- DNER (1979) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *DNER-PRO 011/79 - Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis*. Disponível em <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dner-pro011-79.pdf>> Acesso em 07 de agosto de 2017.
- DNER (1997) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *Glossário de termos técnicos rodoviários*. Publicação IPR 700, Rio de Janeiro, 296p.
- DNIT (2003) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Norma DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento*. Disponível em <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dnit006_2003_pro.pdf> Acesso em 20 de julho de 2017.
- DNIT (2004) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Norma DNIT 031/2004 – ES: Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço*. Disponível em <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/DNIT031_2004_ES.pdf> Acesso em 22 de março de 2017.
- DNIT (2005a) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de conservação rodoviária*. Publicação IPR 710, Rio de Janeiro.
- DNIT (2005b) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Instrução de Serviço DG/DNIT N° 05 de 09 de dezembro de 2005*. Disponível em <http://www.dnit.gov.br/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/instrucoes-de-servico-por-ano/2005/is_dg-nb0-05-de-09-de-dezembr-o-de-2005.pdf> Acesso em 07 de julho de 2017.
- DNIT (2006a) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de restauração de pavimentos asfálticos*. Publicação IPR 720, Rio de Janeiro.
- DNIT (2006b) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de pavimentação*. Publicação IPR 719, Rio de Janeiro.
- DNIT (2006c) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de estudos de tráfego*. Publicação IPR 723, Rio de Janeiro.
- DNIT (2007) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Terminologias rodoviárias usualmente utilizadas*. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviaras/terminologias-rodoviaras-versao-11.1.pdf>> Acesso em 27 de março de 2017.
- DNIT (2009) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Aviso de Licitação: Edital n° 337/2009. Processo n° 50600.002892/2009-39*. Comissão Permanente de Licitações.

- DNIT (2011a) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de gerência de pavimentos*. Publicação IPR 745, Rio de Janeiro.
- DNIT (2011b) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Relatório dos levantamentos funcionais das rodovias federais*. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/download/planejamento-e-pesquisa/planejamento/evolucao-da-malha-rodoviaria/Relatorio%20SGP%202011-2012.pdf>> Acesso em 21 de março de 2018.
- DNIT (2013) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Relatório dos levantamentos funcionais das rodovias federais*. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/download/planejamento-e-pesquisa/planejamento/evolucao-da-malha-rodoviaria/relatorio-sgp-2012-2013-brasil.pdf>> Acesso em 23 de março de 2017.
- DNIT (2015) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Relatório Técnico – Catálogo de Soluções de Manutenção para Pavimentos Flexíveis*. Relatório RT-002/2014, Revisão 03. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/planejamento/evolucao-da-malha-rodoviaria/>> Acesso em 22 de março de 2018.
- DNIT (2016) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Instrução de Serviço nº 06 de 29 de abril de 2016*. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/instrucoes-de-servico-por-ano/2016>> Acesso em 07 de julho de 2017.
- DNIT (2017a) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Acesso à informação - institucional*. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/acesso-a-informacao/insitucional>> Acesso em 03 de março de 2018.
- DNIT (2017b) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Plano Nacional de Manutenção Rodoviária - PNMR. Volume I.
- DRUCKER, P. F. (1964) *Managing for Results*. New York: Harper & Row.
- DUAN, Y.; NIE, W. & COAKES, E. (2010) Identifying key factors affecting transnational knowledge transfer. *Information & Management*, vol. 47, iss. 7, pp. 356-363.
- DUNLOP, R. J. (1999) Managing performance of a highway system in the 21st century. *Proc., World Road Association PIARC Congress*, World Road Association, Kuala Lumpur, Malaysia.
- DYSON, R. G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A. S.; PODINOVSKI, V. V.; SARRICO, C. S. & SHALE, E. A. (2001) Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, vol. 132, iss. 2, pp. 245-259.
- EGGER, M. (2012) Benchmarking of expenditures and practices of maintenance and operation (bexprac). *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, vol. 48, pp. 1733-1742.
- FALLAH-FINI, S.; TRIANTIS, K.; GARZA, J. M. & SEAVER, W. L. (2012) Measuring the efficiency of highway maintenance contracting strategies: A bootstrapped non-

- parametric meta-frontier approach. *European Journal of Operational Research*, vol. 219, iss. 1, pp. 134-145.
- FALLAH-FINI, S.; TRIANTIS, K.; RAHMANDAD, H. & GARZA, J. M. (2015) Measuring dynamic efficiency of highway maintenance operations. *Omega*, vol. 50, pp. 18-28.
- FERREIRA, A. B. H. (1986) *Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa*. 2ª ed., Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- FIGUEIREDO, A. A. P. (2015) *Avaliação do desempenho dos contratos de manutenção nas rodovias sob gestão do DNIT em Pernambuco*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 162p.
- FLORENS, J-P. & SIMAR, L. (2005) Parametric approximations of nonparametric frontiers. *Journal of Econometrics*, vol. 124, iss. 1, pp. 91-116.
- FLOSTRAND, A. (2017) Finding the future: Crowdsourcing versus the Delphi technique. *Business Horizons*, vol. 60, iss. 2, pp. 229-236.
- GARZA, J. M.; TRIANTIS, K. & FALLAH-FINI, S. (2009) Efficiency measurement of highway maintenance strategies using data envelopment analysis. *Proceedings of 2009 NSF Engineering Research and Innovation Conference*, Honolulu, HI, EUA.
- GOLANY, B. & ROLL, Y. (1989) An application procedure for DEA. *Omega*, vol. 17, n. 3, pp. 237-250.
- GOULD, E.; PARKMAN, C. & BUCKLAND, T. (2013) *The economics of road maintenance*. RAC Foundation, London, United Kingdom.
- HSU, C-C. & SANDFORD, B. A. (2007) The Delphi technique: making sense of consensus. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, vol. 12, n. 10, pp. 1-8.
- LANCELOT, E. (2010) *Contratos por desempenho no setor rodoviário rumo ao aprimoramento da eficiência na administração da manutenção e reabilitação: a experiência brasileira*. Transport paper series, n. TP-31. Washington, DC: World Bank.
- LINSTONE, H. A. & TUROFF, M. (2002) *The Delphi method techniques and applications*. Vol. 18, Addison-Wesley Publishing Company, Advanced Book Program.
- LOUREIRO, S. A.; NOLETTO, A. P. R.; SANTOS, L. S.; SANTOS JÚNIOR, J. B. S. & LIMA JÚNIOR, O. F. (2016) O uso do método de revisão sistemática da literatura na pesquisa em logística, transportes e cadeia de suprimentos. *Transportes*, vol. 24, n. 1, pp. 95-106.
- LUDWIG, B. (1994) *Internationalizing extension: an exploration of the characteristics evident in a state university extension system that achieves internationalization*. Ph.D. dissertation, Ohio State University, Agricultural Education, 286p.
- MACAMBIRA FILHO, J. K. D. (2014). *Mensuração de eficiência produtiva das ferrovias brasileiras de carga: Uma aplicação de modelos DEA e Tobit*. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM-016A/14, Departamento de Engenharia

Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 97p.

- MAXIMIANO, A. C. A. (2011) *Teoria geral da administração*. Edição compacta. 1ª ed., São Paulo: Atlas.
- MCGHEE, K. H. (2002) *Development and Implementation of pavement condition indices for the Virginia Department of Transportation, phase I, flexible pavements*. Disponível em <http://www.virginiadot.org/business/resources/local_assistance/Flexible_Pavements_Development_of_Pavement_Condition_Indices_Phase_I.pdf> Acesso em 05 de abril de 2017.
- MEGGINSON, L. C.; MOSLEY, D. C. & PIETRI, P. H. (1998) *Administração: conceitos e aplicações*. 4ª ed., São Paulo: Harbra.
- MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G. & BIONDI NETO, L. (2005) Curso de análise de envoltória de dados. *SBPO – XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Gramado, RS, pp. 2520-2547.
- MENESES, S. & FERREIRA, A. (2015) Flexible pavement maintenance programming considering the minimisation of maintenance and rehabilitation costs and the maximisation of the residual value of pavements. *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 16, n. 7, pp. 571-586.
- MONTEIRO NETO, J. P. (2002) *Um modelo teórico para estruturação de um sistema de informações para controle e acompanhamento da manutenção de uma malha rodoviária*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 146p.
- MOROSIUK, G.; RILEY, M. J.; & ODOKI, J. B. (2004) *Modelling road deterioration and works effects - version 2 - Highway Development and Management-HDM-4*. Highway Development and Management Series.
- MOTTA, L. M. G. (1991) *Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis: critério de confiabilidade e ensaios de cargas repetidas*. Tese de doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 366p.
- NASCIMENTO, D. M. (2005) *Análise comparativa de modelos de previsão de desempenho de pavimentos flexíveis*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 143p.
- OGLESBY, C. H. & HEWES, L. I. (1963) *Highway engineering*. 2ª ed., New York: John Wiley & Sons, Inc.
- OKOLI, C. & PAWLOWSKI, S. D. (2004) The Delphi method as a research tool: an example, design consideration and applications. *Information & Management*, vol. 42, iss. 1, pp. 15-29.
- OTTO, S. & ARIARATNAM, S. (1999) Guidelines for developing performance measures in highway maintenance operations. *Journal of Transportation Engineering*, vol. 125, iss.1, pp. 46-54.

- OZBEK, M. E. (2007) *Development of a comprehensive framework for the efficiency measurement of road maintenance strategies using data envelopment analysis*. Ph.D. dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State Univ., Blacksburg, Va., 333p.
- OZBEK, M. E.; GARZA, J. M. & TRIANTIS, K. (2009) Data Envelopment Analysis as a Decision-Making Tool for Transportation Professionals. *J. Transp. Eng.*, vol. 135, iss. 11, pp. 822-831.
- OZBEK, M. E.; GARZA, J. M. & TRIANTIS, K. (2010a) Data and modeling issues faced during the efficiency measurement of road maintenance using data envelopment analysis. *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 16, iss. 1, pp. 21-30.
- OZBEK, M. E.; GARZA, J. M. & TRIANTIS, K. (2010b) Efficiency measurement of bridge maintenance using data envelopment analysis. *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 16, iss. 1, pp. 31-39.
- OZBEK, M. E.; GARZA, J. M. & TRIANTIS, K. (2012) Efficiency measurement of the maintenance of paved lanes using data envelopment analysis. *Construction Management and Economics*, vol. 30, iss. 11, pp. 995-1009.
- OZBEK, M. E.; JALILI, M. & AKALP, D. (2015) *Multi-Measure Performance Assessment and Benchmarking of the Divisions of the Wyoming Highway Patrol*. Report Number FHWA-WY-15/05F, Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523.
- PARÉ, G.; CAMERON, A-F.; POBA-NZAOU, P. & TEMPLIER, M. (2013) A systematic assessment of rigor in information systems ranking-type Delphi studies. *Information & Management*, vol. 50, iss. 5, pp. 207-217.
- PIÑERO, J. C. (2003) *A framework for monitoring performance-based road maintenance*. Ph.D. dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State Univ., Blacksburg, Va., 348p.
- RAAB, R. L. & LICHTY, R. W. (2002) Identifying Subareas That Comprise a Greater Metropolitan Area: The Criterion of County Relative Efficiency. *Journal of Regional Science*, vol. 42, n. 3, pp. 579-594.
- ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M. & CARVALHO, J. M. (2012) A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. *Economia Aplicada*, vol. 16, n. 3, pp. 421-443.
- ROUSE, P.; PUTTERILL, M. & RYAN, D. (1997) Towards a general managerial framework for performance measurement: a comprehensive highway maintenance application. *Journal of Productivity Analysis*, vol. 8, iss.2, pp. 127-149.
- RUGGIERO, J. (1996) On the measurement of technical efficiency in the public sector. *European Journal of Operational Research*, vol. 90, iss. 3, pp. 553-565.
- SENÇO, W. (1974) *Pavimentação*. 4ª ed., vol. 1. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disciplina nº 516 e Disciplina nº 540.
- SEXTON, T. R. (1986) The methodology of data envelopment analysis. New Directions for Program Evaluation, pp. 7-29. In Silkman R. H. (Ed.) *Measuring Efficiency: An*

Assessment of Data Envelopment Analysis, New Directions for Program Evaluation, nº. 52, San Francisco: Jossey-Bass, pp. 7-29.

SILVA, A. F.; MARINS, F. A. S. & MONTEVECHI, J. A. B. (2013) Aplicação de programação por metas binária mista em uma empresa do setor sucroenergético. *Gestão & Produção*, vol. 20, pp. 321-336.

SILVEIRA, J. Q.; MEZA, L. A. & MELLO, J. C. C. B. S. (2012) Identificação de benchmarks e anti-benchmarks para companhias aéreas usando modelos DEA e fronteira invertida. *Produção*, vol. 22, n. 4, pp. 788-795.

SKULMOSKI, G. J.; HARTMAN, F. T. & KRAHN, J. (2007) The Delphi Method for Graduate Research. *Journal of Information Technology Education*, vol. 6, pp. 1-21.

STERMAN, J. D. (2000) *Business Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill Higher Education.

STONER, J. A. F. & FREEMAN, R. E. (1995) *Administração*. 5ª ed., Rio de Janeiro: Prentice Hall.

THANASSOULIS, E.; PORTELA, M. C. & ALLEN, R. (2004) Incorporating Value Judgments in DEA. In Cooper, W. W.; Seiford L. M. & Zhu, J. (Eds.) *Handbook on Data Envelopment Analysis*, New York: Springer, pp. 99-138.

TRB (2006) Transportation Research Board. *Maintenance and operations of transportation facilities: 2005 strategic vision*. Transportation Research Circular E-C092.

VDOT (2012) Virginia Department of Transportation. *A guide to evaluating pavement distress through the use of digital images*. VDOT Maintenance Division, Pavement Management. Disponível em <http://www.virginiadot.org/business/resources/local_assistance/A_Guide_to_Evaluating_Pavement_Distress_Through_the_Use_of_Digital_Images_v2.6_1.pdf> Acesso em 05 de abril de 2017.

VILLELA, P. R. C. (2005) *Introdução à Dinâmica de Sistemas*. Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Engenharia. Disponível em <http://www.ufjf.br/ciro_barbosa/files/2011/02/ds_parte1.pdf> Acessado em 10 de maio de 2017.

WEE, B. & BANISTER, D. (2016) How to write a literature review paper? *Transport Reviews*, vol. 36, n. 2, pp. 278-288.

YODER, E. J. & WITCZAK, M. W. (1975) *Principles of pavement design*. 2ª ed., New York: John Wiley & Sons, Inc.

APÊNDICE A – CÁLCULOS DA VARIÁVEL CLIMA

Local:	Barbacena e Oliveira				
Datas:	09/10/2013 a 08/10/2015				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG1	1199	Sub-úmido	27	14,5	Tropical
	75,4		NULL	12,9	
	149		NULL	13,8	
	178,1		NULL	15,2	
	306,2		NULL	17,1	
	171,5		NULL	16,2	
	33,4		NULL	16,6	
	130,3		NULL	16,7	
	126,4		NULL	15,1	
	21,3		NULL	11,6	
	13		NULL	11,4	
	36,4		NULL	11,1	
	61,4		NULL	10,4	
	14,8		NULL	13	
	50,6		NULL	13,8	
	337,3		NULL	15,6	
	137,6		NULL	16,7	
	81,2		NULL	16,6	
	192,9		NULL	16,9	
	347,5		NULL	16,7	
	40,1		NULL	15,2	
	66,6		NULL	13,1	
	17,8		NULL	11,4	
	12,3		NULL	11,5	
	17,9		NULL	11,4	
	130,6		NULL	14,4	
	1375		#DIV/0!	14	
	75,9		27,3	14,2	
	131,3		25,8	15,6	
	105,6		26,9	17,1	
	216		27,6	18,6	
	77,3		29,9	17,7	
	129,9		29,7	17,9	
	33,3		28,6	18,2	
	99		28,7	17,5	
	20,4		25,5	12,9	
	8,8		25,6	12,4	
	46,5		24,1	12,2	
	0		27,5	11,7	
	16,2		28,7	14,8	
	93,3		29,2	15,8	
	280,2		27,8	17,6	
	184,4		28,4	18	
	130		30,5	18,6	
	166,1		NULL	NULL	
	NULL		NULL	NULL	
	57,5		27,3	16,6	
	49,3		24,4	14,3	
	18,9		24,8	12,6	
	1,8		25,7	12,9	
	12,8		27,8	12,6	
	93,1		28,3	16,1	
	1024		27	15	

Local:	Caratinga				
Datas:	16/05/2013 a 16/05/2015				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG2	1025	Sub-úmido	28	17	Tropical
	70,9		26,4	14,7	
	22,3		25,6	14,3	
	18,7		25,5	14,2	
	5,4		26,6	13,6	
	45,9		27,7	16	
	80,2		26,7	17,2	
	167,2		28,3	18,6	
	469,9		28,9	19,9	
	45,3		31,1	19,3	
	39,3		31,3	19,3	
	132,2		29,2	19,4	
	87,8		28,5	17,7	
	51,9		26,9	14,5	
	0,5		26	13,4	
	18,6		24,8	13,5	
	1,8		27,2	12,6	
	6,5		29,1	15,8	
	118,3		29,5	17,1	
	127		28,4	19	
	125,1		29,8	19	
	3,4		33,3	19,9	
	206		30,2	20	
	61,1		30,5	19,7	
	56,8		28,4	18	
	88		25,2	15,6	
	1025,05		28,204	16,892	

Local:	Juiz de Fora				
Datas:	24/10/2012 a 23/10/2014				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG3	1455	Sub-úmido	26	16	Tropical
	49,4		27,9	16,1	
	273,6		24,6	16,3	
	209,2		30	19,1	
	291,3		26,3	18	
	102,4		28,9	19,1	
	398,5		26,5	17,7	
	56,1		23,5	15,6	
	56,5		22,9	14,2	
	27,7		22,6	15	
	59,9		21,6	12,9	
	11,5		23,9	13,2	
	94,4		24,2	14,4	
	57,9		24,2	15,4	
	168,1		25,1	16,1	
	484		26,9	17,9	
	130,5		30,1	18,7	
	60,2		29,3	18,6	
	95		27,6	17,9	
	130,2		25,4	16,6	
	11,1		24,6	14,6	
	33,6		NULL	14,3	
	30,1		NULL	13,2	
	11,6		23,4	13,1	
	4,9		27,1	14,8	
	63,1		27,7	15,7	
	1455,4		25,83913043	15,94	

Local:	Pedra Azul				
Datas:	22/10/2012 a 21/10/2014				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG4	843	Sub-úmido	29	17	Tropical
	4		30,5	18,1	
	385,6		27,9	19,5	
	43		31,9	19,2	
	253,7		30,7	20,3	
	12,5		31,1	19,6	
	50,4		32	20,5	
	53,6		28,4	18,4	
	52,8		28,5	17,2	
	30		26,8	16,3	
	20,2		26,1	14,9	
	4,7		27	14,8	
	25,7		28	16,5	
	43,1		28,7	17	
	159,9		29,6	17,7	
	276,2		29,3	19	
	14,1		30,1	18,1	
	9		30,9	17,8	
	89,4		30,3	18,6	
	41,6		30,3	17,7	
	5,5		29,1	15,7	
	25,4		NULL	15,1	
	33,6		NULL	14,1	
	2,7		NULL	13,6	
	0,5		NULL	15,9	
	48,5		NULL	16,9	
	842,85		29,36	17,3	

Local:	Araxá e Patos de Minas				
Datas:	16/01/2013 a 15/01/2015				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG5	1395	Sub-úmido	28	17	Tropical
	304,1		27,6	19,1	
	125,6		29,5	19,2	
	284,7		27,8	18,8	
	76,4		26,6	16,8	
	87,2		26,5	15,6	
	11,4		25,7	15,9	
	0		25,7	13,8	
	14,8		27,5	14,5	
	29		28,7	16,2	
	178,1		27,8	17,2	
	204,2		27,6	18,3	
	181,3		28,6	19	ARAXÁ
	80,9		30,3	19,1	Data de Início de Referência
	53,2		30,6	19,3	Data de Final de Referência
	233,6		28,5	18,6	
	201,7		28	17,7	
	18,1		26,2	14,9	
	3,8		25,8	14,8	
	86,6		24,6	14,1	
	0		28,3	15,4	
	9,3		30,7	17,5	
	101,5		31	18	
	337,8		28,4	18,7	
	206		27,9	18,9	
	54,8		31,7	19,9	
	1442		28	17	
	229		27,8	18,7	
	77,9		30,5	18	
	183,6		28,7	18,6	
	134,8		27,3	16,1	
	33,8		27,2	14,2	
	6,6		26,3	14,4	
	0		27	12,7	
	1,4		28,4	13,4	
	40		29,7	15,6	
	130,3		29	17,1	
	169,2		28,7	18,1	
	292,8		28,8	18,7	PATOS DE MINAS
	227,3		30,1	17,6	Data de Início de Referência
	72,8		30,5	17,7	Data de Final de Referência
	79		28,9	18	
	187,4		28,5	17,4	
	2,5		28	13,6	
	1,1		27,2	13,7	
	55		25,5	12,9	
	0		29	13,6	
	13,2		31,5	16,7	
	113,9		31,9	17,8	
	259,3		29,2	18,4	
	242,7		28	18,1	
	141,9		32,1	17,9	
	1348		29	16	

Local:	Machado				
Datas:	04/03/2013 a 03/03/2015				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG6	1279	Sub-úmido	28	15	Tropical
	214,3		29,9	18,4	
	195,8		28,2	18,2	
	58,2		26,3	14,8	
	57,6		25,3	12,2	
	23,4		24,5	12,3	
	52,6		24,8	9,9	
	5,2		26,5	9,4	
	65		28,4	12,7	
	70,2		28,1	14,4	
	287,6		28,3	16,6	
	157		29,8	18,6	
	61,1		31,9	18,1	
	86		31,8	17,9	
	133,3		29,6	18	
	107,1		28,2	15,8	
	18,4		25,9	11,5	
	6,5		25,2	10,8	
	37,4		24,1	9,9	
	5,1		27,9	10,3	
	42,8		29,5	13,9	
	51,3		30,6	15,2	
	181,8		29,1	17,9	
	236,9		29,1	18	
	93,8		31,9	18,5	
	309,6		29,6	18	
	1279		28	15	

Local:	São Simão (SP) e Franca (SP)								
Datas:	14/01/2013 a 13/01/2015								
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor				
MG8	1359	Sub-úmido	29	18	Tropical				
	163,6		32,6	NULL		SÃO SIMÃO			
	279,2		30,9	NULL		Data de Início de Referência	31/12/2012		
	222,1		31,8	NULL		Data de Final de Referência	31/12/2014		
	103,7		30,4	NULL					
	30,7		28,6	NULL					
	90,3		28,1	NULL					
	28,3		27,2	NULL					
	25,3		26,7	NULL					
	2,4		29,4	NULL					
	69,6		30,7	NULL					
	114,4		30,3	NULL					
	145,5		30,5	NULL					
	242,7		31,9	NULL					
	97,5		34	NULL					
	67,1		33,8	NULL					
	98,8		31,8	NULL					
	57,3		30,7	NULL					
	7,8		28,3	NULL					
	2,2		28,8	NULL					
	40,6		27,1	NULL					
	0,3		30,8	NULL					
	65,8		32,3		17,5				
	35,8		34		19				
	174		31,6		19,8				
	178,7		31,5		19,7				
	1172		31		19				
						FRANCA			
	269,7		29,1		19,7	Data de Início de Referência	31/12/2012		
	257,4		27,9		19	Data de Final de Referência	31/12/2014		
	284,7		28,4		19				
	257,4		27,2		18,8				
	108,2		25,7		16,8				
	125,4		25,7		16,2				
	81,5		25		16,2				
	11,8		24,5		13,8				
	20,4		26,6		14,7				
	66,4		27,9		16,6				
	107		27,7		17,2				
	148,4		27,3		18,4				
	261,2		28,4		19,3				
	131,9		30		19,4				
	115		30,1		19,8				
	75,1		28,3		18,9				
	144,5		27,1		17,9				
	12,9		25,6		15,5				
	7,1		25,6		15,7				
	59,9		24,2		14,4				
	0		28,3		16,5				
	46		30		17,4				
	22,1		31		18,7				
	221,8		28,4		18,8				
	256,9		27,8		19,1				
	1546,35		27,512		17,512				

Local:	Machado								
Datas:	15/01/2013 a 14/01/2015								
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor				
MG9	1495	Sub-úmido	28	15	Tropical				
	335,3		30,6		19,2	Data de Início de Referência	31/12/2012		
	500		28,8		18,3	Data de Final de Referência	31/12/2014		
	214,3		29,9		18,4				
	195,8		28,2		18,2				
	58,2		26,3		14,8				
	57,6		25,3		12,2				
	23,4		24,5		12,3				
	52,6		24,8		9,9				
	5,2		26,5		9,4				
	65		28,4		12,7				
	70,2		28,1		14,4				
	287,6		28,3		16,6				
	157		29,8		18,6				
	61,1		31,9		18,1				
	86		31,8		17,9				
	133,3		29,6		18				
	107,1		28,2		15,8				
	18,4		25,9		11,5				
	6,5		25,2		10,8				
	37,4		24,1		9,9				
	5,1		27,9		10,3				
	42,8		29,5		13,9				
	51,3		30,6		15,2				
	181,8		29,1		17,9				
	236,9		29,1		18				
	1495		28		15				

Local:	Juiz de Fora						
Datas:	05/04/2013 a 05/04/2015						
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor		
MG10	1366,9	Sub-úmido	26	16	Tropical		
						Data de Início de Referência	31/03/2013
						Data de Final de Referência	31/03/2015
	398,5		26,5	17,7			
	56,1		23,5	15,6			
	56,5		22,9	14,2			
	27,7		22,6	15			
	59,9		21,6	12,9			
	11,5		23,9	13,2			
	94,4		24,2	14,4			
	57,9		24,2	15,4			
	168,1		25,1	16,1			
	484		26,9	17,9			
	130,5		30,1	18,7			
	60,2		29,3	18,6			
	95		27,6	17,9			
	130,2		25,4	16,6			
	11,1		24,6	14,6			
	33,6	NULL		14,3			
	30,1	NULL		13,2			
	11,6		23,4	13,1			
	4,9		27,1	14,8			
	63,1		27,7	15,7			
	180,2		26,8	16,6			
	155,7		28,4	18,3			
	145,8		31,2	19,5			
	100		28,7	18,7			
	167,2		27,5	18,2			
	1366,9		26	16			

Local:	Caratinga						
Datas:	05/04/2013 a 05/04/2015						
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor		
MG11	1067	Sub-úmido	28	17	Tropical		
						Data de Início de Referência	31/03/2013
						Data de Final de Referência	31/03/2015
	175		29,3	19,9			
	53,4		26,9	17,1			
	70,9		26,4	14,7			
	22,3		25,6	14,3			
	18,7		25,5	14,2			
	5,4		26,6	13,6			
	45,9		27,7	16			
	80,2		26,7	17,2			
	167,2		28,3	18,6			
	469,9		28,9	19,9			
	45,3		31,1	19,3			
	39,3		31,3	19,3			
	132,2		29,2	19,4			
	87,8		28,5	17,7			
	51,9		26,9	14,5			
	0,5		26	13,4			
	18,6		24,8	13,5			
	1,8		27,2	12,6			
	6,5		29,1	15,8			
	118,3		29,5	17,1			
	127		28,4	19			
	125,1		29,8	19			
	3,4		33,3	19,9			
	206		30,2	20			
	61,1		30,5	19,7			
	1067		28	17			

Local:	Franca (SP)						
Datas:	23/05/2013 a 22/05/2015						
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor		
MG12	1398	Sub-úmido	27	17	Tropical		
						Data de Início de Referência	31/05/2013
						Data de Final de Referência	31/05/2015
	125,4		25,7	16,2			
	81,5		25	16,2			
	11,8		24,5	13,8			
	20,4		26,6	14,7			
	66,4		27,9	16,6			
	107		27,7	17,2			
	148,4		27,3	18,4			
	261,2		28,4	19,3			
	131,9		30	19,4			
	115		30,1	19,8			
	75,1		28,3	18,9			
	144,5		27,1	17,9			
	12,9		25,6	15,5			
	7,1		25,6	15,7			
	59,9		24,2	14,4			
	0		28,3	16,5			
	46		30	17,4			
	22,1		31	18,7			
	221,8		28,4	18,8			
	256,9		27,8	19,1			
	217,8		31,2	20,2			
	245,2		28,5	19			
	198,7		26,7	18,7			
	135,9		27	17,9			
	83,8		24,3	15,7			
	1398		27	17			

Local:	São Lourenço								
Datas:	04/04/2013 a 03/04/2015								
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor				
MG13	1087	Sub-úmido	28	14	Tropical				
						Data de Início de Referência	31/03/2013		
						Data de Final de Referência	31/03/2015		
	181,1		27,4	17,2					
	66,1		25,7	13,4					
	40,6		24,4	10,8					
	43,8		23,9	11,5					
	71,9		23,8	8,2					
	11,2		25,8	7,7					
	58,2		27,3	11,5					
	169,8		26,4	14					
	286,9		27	15,6					
	184,3		28,9	17,5					
	73		31,5	16,4					
	44,6		31,7	15,9					
	109,4		29,6	15,8					
	52,1		27,7	14,3					
	17,4		25,4	9,8					
	9,3		25,1	9,2					
	47,1		23,5	8,2					
	10,6		26,9	8,5					
	16,2	NULL	NULL						
	20,3		30,4	13,5					
	172		29,4	16,7					
	101,1		29,6	17					
	69,1		32,1	17,3					
	164,6		29,1	17,5					
	152,7		27,5	17					
	1087		28	14					

Local:	Viçosa								
Datas:	18/04/2013 a 17/04/2015								
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor				
MG14	1089	Sub-úmido	27	16	Tropical				
						Data de Início de Referência	30/04/2013		
						Data de Final de Referência	30/04/2015		
	120,2		26,1	16,4					
	62,3		24,7	13,7					
	25,3		24,3	13,8					
	2,3		24	12,3					
	3,5		25,8	12					
	43,7		26,7	14,5					
	82,9		26	16,2					
	113,3		27,3	17,4					
	389,6		27,9	19,7					
	74,2		30,9	18,3					
	23,8		31	18,3					
	182,5		28,1	18,2					
	92,6		27,3	17,1					
	8,4		25,8	13,4					
	2,2		25,1	12,7					
	31,1		23,8	12,8					
	7,4		26,1	11,6					
	11,8		28,3	13,9					
	30,6		29,2	15,4					
	192,4		28,5	18					
	167,6		29,3	18,8					
	79,5		32,3	18,4					
	163,6		29,7	19,1					
	237,3		29,3	18,7					
	30		27	17,2					

Local:	São Lourenço								
Datas:	23/05/2013 a 22/05/2015								
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor				
MG15	1013	Sub-úmido	27	13	Tropical				
						Data de Início de Referência	31/05/2013		
						Data de Final de Referência	31/05/2015		
	40,6		24,4	10,8					
	43,8		23,9	11,5					
	71,9		23,8	8,2					
	11,2		25,8	7,7					
	58,2		27,3	11,5					
	169,8		26,4	14					
	286,9		27	15,6					
	184,3		28,9	17,5					
	73		31,5	16,4					
	44,6		31,7	15,9					
	109,4		29,6	15,8					
	52,1		27,7	14,3					
	17,4		25,4	9,8					
	9,3		25,1	9,2					
	47,1		23,5	8,2					
	10,6		26,9	8,5					
	16,2	NULL	NULL						
	20,3		30,4	13,5					
	172		29,4	16,7					
	101,1		29,6	17					
	69,1		32,1	17,3					
	164,6		29,1	17,5					
	152,7		27,5	17					
	54,9		27,5	15,3					
	45,4		24,1	11,8					
	1013		27	13					

Local:	São Lourenço e Passa Quatro				
Datas:	19/09/2013 a 18/09/2015				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG16	1016	Sub-úmido	27	13	Tropical
	58,2		27,3	11,5	
	169,8		26,4	14	
	286,9		27	15,6	
	184,3		28,9	17,5	
	73		31,5	16,4	
	44,6		31,7	15,9	
	109,4		29,6	15,8	
	52,1		27,7	14,3	
	17,4		25,4	9,8	
	9,3		25,1	9,2	
	47,1		23,5	8,2	
	10,6		26,9	8,5	
	16,2	NULL	NULL		
	20,3		30,4	13,5	
	172		29,4	16,7	
	101,1		29,6	17	
	69,1		32,1	17,3	
	164,6		29,1	17,5	
	152,7		27,5	17	
	54,9		27,5	15,3	
	45,4		24,1	11,8	
	33,2		23,8	9,6	
	8,9		24,4	10,5	
	26,8		27	9,1	
	198,8		27,4	13,7	
	1063		28	14	
	101,8		27 NULL		
	161,6		26,1 NULL		
	182		27,6 NULL		
	147,6		28,7 NULL		
NULL		NULL	NULL		
	85,2		32,2 NULL		
	91,1		29,6 NULL		
	42,4		27,7 NULL		
	24,7		25,1	10,5	
	8,4		25,6	9,2	
	40,8		23,4	8,5	
	39,6		26	8,3	
	48,6		28,3	11,7	
	49,4		29,3	13,4	
NULL		NULL	NULL		
	118,6		29,6	17,1	
NULL		NULL	NULL		
	261		29,2	17,2	
	279,9		27,6	16,9	
NULL		NULL	NULL		
	38,2		24,6	12,2	
	25,5		23,8	10,4	
	5,4		24,6	10,1	
	17,6		27,1	8,7	
	166,8		27,7	13,2	
	968		27	12	

Local:	Divinópolis e Oliveira		Caso emblemático para justificar duas estações. Ver imagem Google Earth		
Datas:	01/10/2013 a 30/09/2015				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG17	1109	Sub-úmido	28	16	Tropical
	48,1		29,4	14,1	
	182,2		28,1	16,2	
	127,5		29,2	17,7	
	215,8		29,8	19,8	
	166,2		32,6	18	
	66		32,3	17,7	
	40,9		30,5	18,4	
	88,5		29,1	16,9	
	32,6		27,5	12,6	
	10,3		27	12	
	52,8		25,7	11,2	
	0		28,9	10,9	
	12		30,9	14,7	
	83		31,4	16,6	
	174,4		29,9	19	
	198,7	NULL		19	
	86,6	NULL		18,9	
	235,8		30,3	19,1	
	334,1		29,4	18,7	
	30		28,9	17	
	57,3		26,2	14,1	
	32,8		26,2	12,1	
	12,2		27,6	12,3	
	1,6		29	11,7	
	99,9		30,8	16,2	
	1195		29	16	
	75,9		27,3	14,2	
	131,3		25,8	15,6	
	105,6		26,9	17,1	
	216		27,6	18,6	
	77,3		29,9	17,7	
	129,9		29,7	17,9	
	33,3		28,6	18,2	
	99		28,7	17,5	
	20,4		25,5	12,9	
	8,8		25,6	12,4	
	46,5		24,1	12,2	
	0		27,5	11,7	
	16,2		28,7	14,8	
	93,3		29,2	15,8	
	280,2		27,8	17,6	
	184,4		28,4	18	
	130		30,5	18,6	
	166,1	NULL	NULL	18,6	
	NULL	NULL	NULL	16,6	
	57,5		27,3	16,6	
	49,3		24,4	14,3	
	18,9		24,8	12,6	
	1,8		25,7	12,9	
	12,8		27,8	12,6	
	93,1		28,3	16,1	
	1024		27	15	

Local:	Lavras				
Datas:	08/01/2014 a 07/01/2016				
DMU	Precipitação Pluviométrica (mm)	Valor	Temperatura Máxima Média	Temperatura Mínima Média	Valor
MG18	1248	Sub-úmido	28	16	Tropical
	162,2		28,7	18,8	
	219,7		31,5	18,2	
	34,4		30,8	18,1	
	77,9		29	18	
	123,4		27,8	16,7	
	20,1		25,3	13,2	
	3,7		25,2	12,9	
	45,3		23,5	12,3	
	8,6		26,9	12,1	
	33,7		28,5	14,5	
	59,7		29,8	15,9	
	224,4		28,5	17,9	
	236,7		29,3	18,3	
	71,5		31,9	18,9	
	201,1		28,6	18,7	
	181,1		27,5	18,3	
	15,3		27,6	17	
	50,2		24,1	14,5	
	31,5		24	13,2	
	1,7		25,3	13,2	
	36,6		27,1	12,9	
	127,6		28,1	16,3	
	22,7		31,4	18,3	
	273,8		29,6	19,2	
	232,9		29,7	19,1	
	1248		28	16	

APÊNDICE B – CÁLCULOS DA VARIÁVEL DEFLEXÃO

MG5

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 69,8	Valor 0,842909	ValorRef. 4
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 54,3	Valor 0,65573	ValorRef. 4
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 69,6	Valor 0,840493	ValorRef. 4
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 36,7	Valor 0,443191	ValorRef. 4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 43,1	Valor 0,520478	ValorRef. 4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 51,2	Valor 0,618294	ValorRef. 4
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 47,4	Valor 0,572405	ValorRef. 4
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 50,9	Valor 0,614671	ValorRef. 4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 50	Valor 0,603803	ValorRef. 4
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 42,6	Valor 0,51444	ValorRef. 4
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 60,9	Valor 0,735432	ValorRef. 4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 60,9	Valor 0,735432	ValorRef. 4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 37,6	Valor 0,45406	ValorRef. 4

14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 34,8	Valor 0,420247	ValorRef. 4
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 34,8	Valor 0,420247	ValorRef. 4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 48,8	Valor 0,589312	ValorRef. 4
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 40,3	Valor 0,486665	ValorRef. 4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 40,3	Valor 0,486665	ValorRef. 4
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 47	Valor 0,567575	ValorRef. 4
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 40,9	Valor 0,493911	ValorRef. 4
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 36,5	Valor 0,440776	ValorRef. 4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 26,1	Valor 0,315185	ValorRef. 4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 29,8	Valor 0,359866	ValorRef. 4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 39,6	Valor 0,478212	ValorRef. 4
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 51	Valor 0,615879	ValorRef. 4
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 49,5	Valor 0,597765	ValorRef. 4
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 41,4	Valor 0,499949	ValorRef. 4
28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 38,8	Valor 0,468551	ValorRef. 4
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 26,3	Valor 0,3176	ValorRef. 4
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 40,2	Valor 0,485457	ValorRef. 4
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 40,2	Valor 0,485457	ValorRef. 4
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 34	Valor 0,410586	ValorRef. 4
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 43,8	Valor 0,528931	ValorRef. 4
34	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 43,8	Valor 0,528931	ValorRef. 4
35	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 37,1	Valor 0,448022	ValorRef. 4
36	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 40,8	Valor 0,492703	ValorRef. 4
37	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 33,8	Valor 0,408171	ValorRef. 4
38	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 37	Valor 0,446814	ValorRef. 4
39	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 38,7	Valor 0,467343	ValorRef. 4
40	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 38	Valor 0,45889	ValorRef. 4
41	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 37,6	Valor 0,45406	ValorRef. 4
42	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	1,60E+06	6,20E+00	1,92E+00	82,80849	38,5	0,464928	4
43	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 38,5	Valor 0,464928	ValorRef. 4
44	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 30,4	Valor 0,367112	ValorRef. 4
45	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 41,7	Valor 0,503572	ValorRef. 4
46	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 41,2	Valor 0,497534	ValorRef. 4
47	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 37	Valor 0,446814	ValorRef. 4
48	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 44,5	Valor 0,537384	ValorRef. 4
49	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 37,5	Valor 0,452852	ValorRef. 4
50	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 47,6	Valor 0,57482	ValorRef. 4
51	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 44	Valor 0,531346	ValorRef. 4
52	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 38,5	Valor 0,464928	ValorRef. 4
53	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 39,6	Valor 0,478212	ValorRef. 4
54	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 41	Valor 0,495118	ValorRef. 4
55	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 34,2	Valor 0,413001	ValorRef. 4
56	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 35	Valor 0,422662	ValorRef. 4

57	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 38,7	Valor 0,467343	ValorRef. 4
58	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 37,5	Valor 0,452852	ValorRef. 4
59	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 37,4	Valor 0,451644	ValorRef. 4
60	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 41,2	Valor 0,497534	ValorRef. 4
61	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 43,5	Valor 0,525308	ValorRef. 4
62	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 55,7	Valor 0,672636	ValorRef. 4
63	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 34,9	Valor 0,421454	ValorRef. 4
64	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,60E+06	Log N 6,20E+00	3,01-0,176 log N 1,92E+00	Valor 82,80849	Valor 45,6	Valor 0,550668	ValorRef. 4

MG6

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 77,8	Valor 0,959196	ValorRef. 4
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 86,3	Valor 1,063993	ValorRef. 4
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 81,4	Valor 1,003581	ValorRef. 4
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 77,5	Valor 0,955498	ValorRef. 4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 68	Valor 0,838372	ValorRef. 4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 71,1	Valor 0,876592	ValorRef. 4
7	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 83	Valor 1,023307	ValorRef. 4
8	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 73,7	Valor 0,908648	ValorRef. 4
9	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 60	Valor 0,73974	ValorRef. 4
10	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 139,4	Valor 1,718663	ValorRef. 2
11	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 99,4	Valor 1,225503	ValorRef. 3
12	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 99,2	Valor 1,223037	ValorRef. 3
13	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 106,8	Valor 1,316738	ValorRef. 3
14	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 98,7	Valor 1,216873	ValorRef. 3
15	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 92	Valor 1,134268	ValorRef. 3
16	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 98,9	Valor 1,219338	ValorRef. 3
17	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 14	Valor 0,172606	ValorRef. 4
18	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 77,1	Valor 0,950566	ValorRef. 4
19	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 1,80E+06	Log N 6,26E+00	3,01-0,176 log N 1,91E+00	Valor 81,10956	Valor 78,3	Valor 0,965361	ValorRef. 4
20	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	1,80E+06	6,26E+00	1,91E+00	81,10956	93,9	1,157693	3
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,80E+06	6,26E+00	1,91E+00	81,10956	81,2	1,001115	4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,80E+06	6,26E+00	1,91E+00	81,10956	97,2	1,198379	3
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,80E+06	6,26E+00	1,91E+00	81,10956	96,8	1,193447	3

MG7

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	24	0,424551	4
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	24,7	0,436934	4
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	22	0,389172	4
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	23,6	0,417475	4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	21,8	0,385634	4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	26,3	0,465237	4
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	20,2	0,35733	4
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	24,6	0,435165	4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	21,3	0,376789	4
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	1,40E+07	7,15E+00	1,75E+00	56,53032	25	0,442241	4

11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 20,3	Valor 0,359099	ValorRef. 4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 16,2	Valor 0,286572	ValorRef. 4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 24,5	Valor 0,433396	ValorRef. 4
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 24,5	Valor 0,433396	ValorRef. 4
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 16,2	Valor 0,286572	ValorRef. 4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 17,9	Valor 0,316644	ValorRef. 4
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 21,9	Valor 0,387403	ValorRef. 4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 19,3	Valor 0,34141	ValorRef. 4
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 18,4	Valor 0,325489	ValorRef. 4
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 19,8	Valor 0,350255	ValorRef. 4
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 17,6	Valor 0,311337	ValorRef. 4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 31,8	Valor 0,56253	ValorRef. 4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 22,3	Valor 0,394479	ValorRef. 4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 28,2	Valor 0,498847	ValorRef. 4
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 21,3	Valor 0,376789	ValorRef. 4
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 31,4	Valor 0,555454	ValorRef. 4
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 24,6	Valor 0,435165	ValorRef. 4
28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 28,8	Valor 0,509461	ValorRef. 4
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 34	Valor 0,601447	ValorRef. 4
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 27,8	Valor 0,491771	ValorRef. 4
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 34,5	Valor 0,610292	ValorRef. 4
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 26,5	Valor 0,468775	ValorRef. 4
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 16,3	Valor 0,288341	ValorRef. 4
34	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 21,5	Valor 0,380327	ValorRef. 4
35	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 18,1	Valor 0,320182	ValorRef. 4
36	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 18,1	Valor 0,320182	ValorRef. 4
37	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 14,4	Valor 0,254731	ValorRef. 4
38	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,40E+07	Log N 7,15E+00	3,01-0,176 log N 1,75E+00	Valor 56,53032	Valor 21	Valor 0,371482	ValorRef. 4

MG8

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 93,6	Valor 1,040581	ValorRef. 4
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 93,6	Valor 1,040581	ValorRef. 4
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 25	Valor 0,277933	ValorRef. 4
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 11,9	Valor 0,132296	ValorRef. 4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 26,6	Valor 0,295721	ValorRef. 4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 56,6	Valor 0,62924	ValorRef. 4
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 27,5	Valor 0,305726	ValorRef. 4
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 27	Valor 0,300168	ValorRef. 4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 24,8	Valor 0,275709	ValorRef. 4
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 37,6	Valor 0,418011	ValorRef. 4
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 21,6	Valor 0,240134	ValorRef. 4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 41,1	Valor 0,456922	ValorRef. 4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 47	Valor 0,522514	ValorRef. 4
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 57	Valor 0,633687	ValorRef. 4

15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 53,2	Valor 0,591441	ValorRef. 4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,00E+06	Log N 6,00E+00	3,01-0,176 log N 1,95E+00	Valor 89,94976	Valor 42,3	Valor 0,470263	ValorRef. 4
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 56,1	Valor 0,644019	ValorRef. 4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 51,6	Valor 0,59236	ValorRef. 4
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 59	Valor 0,677311	ValorRef. 4
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 75,6	Valor 0,867876	ValorRef. 4
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 40,7	Valor 0,46723	ValorRef. 4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 64,3	Valor 0,738154	ValorRef. 4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 58,2	Valor 0,668127	ValorRef. 4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 55,5	Valor 0,637131	ValorRef. 4
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 68,8	Valor 0,789813	ValorRef. 4
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 65,7	Valor 0,754226	ValorRef. 4
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 89,1	Valor 1,022854	ValorRef. 4
28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 64,7	Valor 0,742746	ValorRef. 4
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

Valor 1,20E+06	Log N 6,08E+00	3,01-0,176 log N 1,94E+00	Valor 87,10922	Valor 64,7	Valor 0,742746	ValorRef. 4
-------------------	-------------------	------------------------------	-------------------	---------------	-------------------	----------------

MG9

1	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 39,5	ValorRef. 0,635958 4
2	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 42,8	ValorRef. 0,689089 4
3	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 48,5	ValorRef. 0,78086 4
4	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 28,3	ValorRef. 0,455636 4
5	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 30,8	ValorRef. 0,495886 4
6	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 54,8	ValorRef. 0,882291 4
7	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 37,3	ValorRef. 0,600537 4
8	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 26	ValorRef. 0,418605 4
9	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 24,9	ValorRef. 0,400895 4
10	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 33,5	ValorRef. 0,539357 4
11	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 31,8	ValorRef. 0,511986 4
12	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 38,5	ValorRef. 0,619858 4
13	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	ValorRef.

	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	41,4	0,666548	4
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	29,1	0,468516	4
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	20,5	0,330054	4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	23,8	0,383185	4
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	25,5	0,410555	4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	34,5	0,555457	4
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	35,1	0,565117	4
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	26,8	0,431485	4
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	36,4	0,586047	4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	26,3	0,423435	4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	29,3	0,471736	4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	27,3	0,439535	4
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	26,5	0,426655	4
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	30,6	0,492666	4
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	27	0,434705	4

28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	32,4	0,521646	4
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	30,3	0,487836	4
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	22,6	0,363864	4
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	27,2	0,437925	4
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	31,6	0,508766	4
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	30,7	0,494276	4
34	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	25,8	0,415385	4
35	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	31,1	0,500716	4
36	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	27,6	0,444365	4
37	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	32,1	0,516816	4
38	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	28,8	0,463686	4
39	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	27,9	0,449196	4
40	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	29,2	0,470126	4
41	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	34,6	0,557067	4
42	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 30,2	Valor 0,486226	ValorRef. 4
43	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 25,5	Valor 0,410555	ValorRef. 4
44	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 26,6	Valor 0,428265	ValorRef. 4
45	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
46	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
47	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
48	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
49	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
50	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
51	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
52	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
53	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 36,2	Valor 0,582827	ValorRef. 4
54	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 38,1	Valor 0,613418	ValorRef. 4
55	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 21,4	Valor 0,344544	ValorRef. 4
56	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	29,2	0,470126	4
57	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	22,2	0,357424	4
58	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	14	0,225403	4
59	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	18,8	0,302684	4
60	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	21,8	0,350984	4
61	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	22	0,354204	4
62	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	22,1	0,355814	4
63	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	23,8	0,383185	4
64	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	19,5	0,313954	4
65	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	19,5	0,313954	4
66	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	23,8	0,383185	4
67	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	34,1	0,549017	4
68	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	23,8	0,383185	4
69	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	21,4	0,344544	4
70	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	8,20E+06	6,91E+00	1,79E+00	62,11103	19,3	0,310734	4

71	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 23,3	Valor 0,375135	ValorRef. 4
72	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 24,9	Valor 0,400895	ValorRef. 4
73	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 19,9	Valor 0,320394	ValorRef. 4
74	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 19,9	Valor 0,320394	ValorRef. 4
75	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 19	Valor 0,305904	ValorRef. 4
76	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 29,3	Valor 0,471736	ValorRef. 4
77	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 17,7	Valor 0,284974	ValorRef. 4
78	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 52,1	Valor 0,83882	ValorRef. 4
79	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
80	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
81	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 17,7	Valor 0,284974	ValorRef. 4
82	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 52,1	Valor 0,83882	ValorRef. 4
83	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
84	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
85	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
86	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
87	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
88	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
89	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 8,20E+06	Log N 6,91E+00	3,01-0,176 log N 1,79E+00	Valor 62,11103	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4

MG10

1	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
2	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
3	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 91,9	Valor 1,267231	ValorRef. 3
4	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 87,2	Valor 1,202422	ValorRef. 3
5	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 103,3	Valor 1,424428	ValorRef. 3
6	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 90,7	Valor 1,250684	ValorRef. 3
7	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 85,9	Valor 1,184496	ValorRef. 3
8	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 87,5	Valor 1,206558	ValorRef. 3
9	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	84,9	1,170706	3
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	84,6	1,16657	3
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	62,8	0,865964	4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	93,6	1,290673	3
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	80,8	1,11417	3
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	92,4	1,274126	3
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	95,8	1,321009	3
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	86,3	1,190011	3
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	86,5	1,192769	3
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	84,1	1,159675	3
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	92,1	1,269989	3
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	94,7	1,305841	3
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	101	1,392713	3
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	106,1	1,463038	3
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,40E+06	6,53E+00	1,86E+00	72,52032	105,9	1,46028	3

24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 103,9	Valor 1,432702	ValorRef. 3
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 99,5	Valor 1,372029	ValorRef. 3
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 98,2	Valor 1,354103	ValorRef. 3
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 81,6	Valor 1,125202	ValorRef. 3
28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 110,2	Valor 1,519574	ValorRef. 2
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 74,9	Valor 1,032814	ValorRef. 4
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 89,4	Valor 1,232758	ValorRef. 3
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 92,7	Valor 1,278262	ValorRef. 3
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 97,6	Valor 1,34583	ValorRef. 3
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 83,5	Valor 1,151401	ValorRef. 3
34	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 85,9	Valor 1,184496	ValorRef. 3
35	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 82,7	Valor 1,14037	ValorRef. 3
36	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 81,6	Valor 1,125202	ValorRef. 3
37	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 75,7	Valor 1,043845	ValorRef. 4
38	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 78,7	Valor 1,085213	ValorRef. 4
39	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 78,1	Valor 1,07694	ValorRef. 4
40	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 83,2	Valor 1,147265	ValorRef. 3
41	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 73,1	Valor 1,007993	ValorRef. 4
42	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 80,1	Valor 1,104518	ValorRef. 3
43	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 67,9	Valor 0,936289	ValorRef. 4
44	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 75	Valor 1,034193	ValorRef. 4
45	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 90,4	Valor 1,246547	ValorRef. 3
46	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 94,3	Valor 1,300325	ValorRef. 3
47	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 95,8	Valor 1,321009	ValorRef. 3
48	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 85,4	Valor 1,177601	ValorRef. 3
49	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,40E+06	Log N 6,53E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,52032	Valor 90,8	Valor 1,252063	ValorRef. 3

MG11

1	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 110,1	Valor 1,533545	ValorRef. 2
2	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	103,2	1,437437	3
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	114,1	1,58926	2
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	68,4	0,95272	4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	55,5	0,77304	4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	55,5	0,77304	4
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	95,4	1,328794	3
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	76,8	1,069721	4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	83,6	1,164436	3
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	97,7	1,36083	3
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	85,2	1,186722	3
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	65,7	0,915113	4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	82,6	1,150507	3
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	98,6	1,373366	3
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	41,8	0,582218	4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,60E+06	6,56E+00	1,86E+00	71,79443	55,3	0,770255	4

17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 67,9	Valor 0,945756	ValorRef. 4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 81,1	Valor 1,129614	ValorRef. 3
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 87,8	Valor 1,222936	ValorRef. 3
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 99,4	Valor 1,384508	ValorRef. 3
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 91,6	Valor 1,275865	ValorRef. 3
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 62,3	Valor 0,867755	ValorRef. 4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 54,8	Valor 0,76329	ValorRef. 4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 66,5	Valor 0,926256	ValorRef. 4
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 44,6	Valor 0,621218	ValorRef. 4
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 54,1	Valor 0,75354	ValorRef. 4
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 34,8	Valor 0,484717	ValorRef. 4
28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 34,9	Valor 0,48611	ValorRef. 4
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 47,4	Valor 0,660218	ValorRef. 4
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 56,7	Valor 0,789755	ValorRef. 4
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 51,2	Valor 0,713147	ValorRef. 4
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 42,4	Valor 0,590575	ValorRef. 4
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 10,4	Valor 0,144858	ValorRef. 4
34	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 65,1	Valor 0,906756	ValorRef. 4
35	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 65,1	Valor 0,906756	ValorRef. 4
36	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 70,8	Valor 0,986149	ValorRef. 4
37	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 70,5	Valor 0,98197	ValorRef. 4
38	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 71,3	Valor 0,993113	ValorRef. 4
39	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
40	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
41	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4
42	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,60E+06	Log N 6,56E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 71,79443	Valor 0	Valor 0	ValorRef. 4

MG12

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,00E+05	Log N 5,60E+00	3,01-0,176 log N 2,02E+00	Valor 105,6909	Valor 30,4	Valor 0,287631	ValorRef. 4
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	35,5	0,335885	4
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	42,5	0,402116	4
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	60,3	0,570532	4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	65,4	0,618786	4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	69,9	0,661363	4
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	66,4	0,628247	4
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	55,4	0,52417	4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	111,2	1,052125	4
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	97,5	0,922502	4
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	52,9	0,500516	4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	70,9	0,670824	4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	78,8	0,745571	4
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	136,2	1,288664	3
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,00E+05	5,60E+00	2,02E+00	105,6909	80,3	0,759763	4

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 86,9	Valor 1,192005	ValorRef. 3
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 92,7	Valor 1,271564	ValorRef. 3
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 93,7	Valor 1,285281	ValorRef. 3
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 80,6	Valor 1,105588	ValorRef. 3
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 84,4	Valor 1,157713	ValorRef. 3
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 79,4	Valor 1,089128	ValorRef. 4
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 93,5	Valor 1,282537	ValorRef. 3
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 86,6	Valor 1,18789	ValorRef. 3
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 95	Valor 1,303113	ValorRef. 3
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 95,1	Valor 1,304485	ValorRef. 3
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 88,9	Valor 1,219439	ValorRef. 3
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 103,7	Valor 1,422451	ValorRef. 3
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 97,9	Valor 1,342892	ValorRef. 3
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 100	Valor 1,371698	ValorRef. 3
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 102,2	Valor 1,401875	ValorRef. 3
16	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 95,9	Valor 1,315458	ValorRef. 3
17	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 86,7	Valor 1,189262	ValorRef. 3
18	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 87,8	Valor 1,204351	ValorRef. 3
19	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 88,7	Valor 1,216696	ValorRef. 3
20	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 91,8	Valor 1,259219	ValorRef. 3
21	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 86,6	Valor 1,18789	ValorRef. 3
22	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 105,7	Valor 1,449885	ValorRef. 3
23	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 85,1	Valor 1,167315	ValorRef. 3
24	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 93,9	Valor 1,288024	ValorRef. 3
25	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 93,1	Valor 1,277051	ValorRef. 3
26	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 90,7	Valor 1,24413	ValorRef. 3
27	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 103,2	Valor 1,415592	ValorRef. 3
28	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 3,30E+06	Log N 6,52E+00	3,01-0,176 log N 1,86E+00	Valor 72,90235	Valor 96,8	Valor 1,327804	ValorRef. 3
29	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	3,30E+06	6,52E+00	1,86E+00	72,90235	95,3	1,307228	3
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,30E+06	6,52E+00	1,86E+00	72,90235	95,3	1,307228	3
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,30E+06	6,52E+00	1,86E+00	72,90235	88,2	1,209837	3
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,30E+06	6,52E+00	1,86E+00	72,90235	90,8	1,245502	3
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,30E+06	6,52E+00	1,86E+00	72,90235	107,6	1,475947	3
34	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,30E+06	6,52E+00	1,86E+00	72,90235	96,6	1,32506	3
35	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,30E+06	6,52E+00	1,86E+00	72,90235	102,8	1,410105	3
36	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,30E+06	6,52E+00	1,86E+00	72,90235	107,8	1,47869	3

MG14

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	54,8	0,725606	4
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	68,8	0,910979	4
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	54,6	0,722957	4
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	60,5	0,801079	4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	66,6	0,881849	4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	66,1	0,875229	4

7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 66,6	Valor 0,881849	ValorRef. 4
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 53,9	Valor 0,713689	ValorRef. 4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 47,6	Valor 0,63027	ValorRef. 4
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 53,9	Valor 0,713689	ValorRef. 4
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 61,3	Valor 0,811672	ValorRef. 4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 55,7	Valor 0,737522	ValorRef. 4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 63,6	Valor 0,842126	ValorRef. 4
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 58,4	Valor 0,773273	ValorRef. 4
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 63,6	Valor 0,842126	ValorRef. 4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 50,2	Valor 0,664697	ValorRef. 4
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 73,3	Valor 0,970564	ValorRef. 4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 56,1	Valor 0,742819	ValorRef. 4
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 87,3	Valor 1,155937	ValorRef. 3
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 55,7	Valor 0,737522	ValorRef. 4
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 58,1	Valor 0,769301	ValorRef. 4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 47	Valor 0,622326	ValorRef. 4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 47	Valor 0,622326	ValorRef. 4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 47	Valor 0,622326	ValorRef. 4
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 41,1	Valor 0,544204	ValorRef. 4
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 67,2	Valor 0,889794	ValorRef. 4
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 69,1	Valor 0,914951	ValorRef. 4
28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 92,1	Valor 1,219494	ValorRef. 3
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 82,2	Valor 1,088408	ValorRef. 4
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 57,8	Valor 0,765328	ValorRef. 4
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 43	Valor 0,569362	ValorRef. 4
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 102,3	Valor 1,354552	ValorRef. 3
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N #NÚM!	3,01-0,176 log N #NÚM!	Valor #NÚM!	Valor 1	Valor #NÚM!	ValorRef.
34	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 26,8	Valor 0,354858	ValorRef. 4
35	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	18,2	0,240986	4
36	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 12,1	Valor 0,160216	ValorRef. 4
37	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 14,6	Valor 0,193318	ValorRef. 4
38	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 22,8	Valor 0,301894	ValorRef. 4
39	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 24,1	Valor 0,319108	ValorRef. 4
40	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 18,7	Valor 0,247606	ValorRef. 4
41	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 26,3	Valor 0,348238	ValorRef. 4
42	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 21,2	Valor 0,280709	ValorRef. 4
43	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 26,3	Valor 0,348238	ValorRef. 4
44	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 28,4	Valor 0,376044	ValorRef. 4
45	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 31,5	Valor 0,417091	ValorRef. 4
46	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 12,5	Valor 0,165512	ValorRef. 4
47	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 29,8	Valor 0,394581	ValorRef. 4
48	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 37,7	Valor 0,499185	ValorRef. 4
49	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 2,70E+06	Log N 6,43E+00	3,01-0,176 log N 1,88E+00	Valor 75,52313	Valor 40,2	Valor 0,532287	ValorRef. 4

50	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	37,7	0,499185	4
51	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	40,2	0,532287	4
52	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	59,8	0,79181	4
53	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	20,6	0,272764	4
54	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	2,70E+06	6,43E+00	1,88E+00	75,52313	37,1	0,49124	4

MG15

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	114,2	1,127713	3
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	114,7	1,13265	3
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	118,5	1,170175	3
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	121,7	1,201774	3
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	125,2	1,236336	3
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	133,6	1,319286	3
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	110,9	1,095126	4
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	75,1	0,741604	4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 84,7	Valor 0,836403	ValorRef. 4
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 87,7	Valor 0,866028	ValorRef. 4
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 79,6	Valor 0,786041	ValorRef. 4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 77,6	Valor 0,766292	ValorRef. 4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 81	Valor 0,799866	ValorRef. 4
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 77,6	Valor 0,766292	ValorRef. 4
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 81,3	Valor 0,802829	ValorRef. 4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 69,3	Valor 0,68433	ValorRef. 4
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 67,9	Valor 0,670505	ValorRef. 4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 65,9	Valor 0,650755	ValorRef. 4
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 71,5	Valor 0,706055	ValorRef. 4
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 66,2	Valor 0,653718	ValorRef. 4
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 89,8	Valor 0,886765	ValorRef. 4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 5,10E+05	Log N 5,71E+00	3,01-0,176 log N 2,01E+00	Valor 101,2669	Valor 86	Valor 0,849241	ValorRef. 4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	97,8	0,965764	4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	99,8	0,985514	4
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	0	0	4
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	0	0	4
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	0	0	4
28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	58,7	0,579656	4
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	41,4	0,408821	4
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	39,3	0,388083	4
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	51,9	0,512507	4
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	50,6	0,49967	4
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	0	0	4
34	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	5,10E+05	5,71E+00	2,01E+00	101,2669	0	0	4

MG16

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,70E+06	6,57E+00	1,85E+00	71,44906	47,9	0,670408	4
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	3,70E+06	6,57E+00	1,85E+00	71,44906	42,7	0,597629	4

3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 52	Valor 0,727791	ValorRef. 4
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 30,8	Valor 0,431076	ValorRef. 4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 33,2	Valor 0,464667	ValorRef. 4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 40,4	Valor 0,565438	ValorRef. 4
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 37,9	Valor 0,530448	ValorRef. 4
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 44	Valor 0,615823	ValorRef. 4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 46,9	Valor 0,656412	ValorRef. 4
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 45,8	Valor 0,641016	ValorRef. 4
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 41,5	Valor 0,580833	ValorRef. 4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 46,5	Valor 0,650813	ValorRef. 4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 46,8	Valor 0,655012	ValorRef. 4
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 29,3	Valor 0,410082	ValorRef. 4
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 32,5	Valor 0,45487	ValorRef. 4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 36,4	Valor 0,509454	ValorRef. 4
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 34,7	Valor 0,485661	ValorRef. 4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 35,4	Valor 0,495458	ValorRef. 4
19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 50,9	Valor 0,712396	ValorRef. 4
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 39,7	Valor 0,555641	ValorRef. 4
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 42,4	Valor 0,59343	ValorRef. 4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 50,6	Valor 0,708197	ValorRef. 4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 3,70E+06	Log N 6,57E+00	3,01-0,176 log N 1,85E+00	Valor 71,44906	Valor 63,1	Valor 0,883147	ValorRef. 4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor -	Log N -	3,01-0,176 log N -	Valor -	Valor -	Valor -	ValorRef. -
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor -	Log N -	3,01-0,176 log N -	Valor -	Valor -	Valor -	ValorRef. -
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor -	Log N -	3,01-0,176 log N -	Valor -	Valor -	Valor -	ValorRef. -

MG17

1	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor -	Log N -	3,01-0,176 log N -	Valor -	Valor -	Valor -	ValorRef. -
2	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 41,9	Valor 0,599661	ValorRef. 4
3	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 39,3	Valor 0,562451	ValorRef. 4
4	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	40,1	0,5739	4
5	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	35,8	0,51236	4
6	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	32,4	0,4637	4
7	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	33,4	0,478011	4
8	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	37,7	0,539552	4
9	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	44,2	0,632578	4
10	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	42,5	0,608248	4
11	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	38	0,543845	4
12	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	38	0,543845	4
13	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	37,7	0,539552	4
14	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	42	0,601092	4
15	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	40,8	0,583918	4
16	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	37,5	0,53669	4
17	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	38,3	0,548139	4
18	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	51,7	0,739916	4

19	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 65,7	Valor 0,94028	ValorRef. 4
20	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 56,3	Valor 0,80575	ValorRef. 4
21	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 52,6	Valor 0,752797	ValorRef. 4
22	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 51,2	Valor 0,73276	ValorRef. 4
23	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 57,4	Valor 0,821493	ValorRef. 4
24	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 84,6	Valor 1,210772	ValorRef. 3
25	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 50,8	Valor 0,727035	ValorRef. 4
26	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 58,2	Valor 0,832942	ValorRef. 4
27	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 85,7	Valor 1,226515	ValorRef. 3
28	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 59,5	Valor 0,851547	ValorRef. 4
29	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 40,2	Valor 0,575331	ValorRef. 4
30	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 66,8	Valor 0,956023	ValorRef. 4
31	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 69,6	Valor 0,996096	ValorRef. 4
32	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 96,4	Valor 1,37965	ValorRef. 3
33	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	

	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 75,2	Valor 1,076241	ValorRef. 4
34	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 58,6	Valor 0,838667	ValorRef. 4
35	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 63,1	Valor 0,90307	ValorRef. 4
36	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 58,9	Valor 0,84296	ValorRef. 4
37	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 46,2	Valor 0,661202	ValorRef. 4
38	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 29,5	Valor 0,422196	ValorRef. 4
39	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 30,2	Valor 0,432214	ValorRef. 4
40	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 38,7	Valor 0,553864	ValorRef. 4
41	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 47,9	Valor 0,685531	ValorRef. 4
42	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 51,5	Valor 0,737054	ValorRef. 4
43	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 48,1	Valor 0,688394	ValorRef. 4
44	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 59,3	Valor 0,848685	ValorRef. 4
45	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 38,7	Valor 0,553864	ValorRef. 4
46	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor 4,20E+06	Log N 6,62E+00	3,01-0,176 log N 1,84E+00	Valor 69,8728	Valor 47,1	Valor 0,674082	ValorRef. 4
47	Número N	Dadm		Dc	Dc/Dadm		
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.

	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	58,6	0,838667	4
48	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	47,1	0,674082	4
49	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	74,3	1,063361	4
50	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	71,8	1,027582	4
51	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	58	0,83008	4
52	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	-	-	-	-	-	-	-
53	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	-	-	-	-	-	-	-
54	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	4,20E+06	6,62E+00	1,84E+00	69,8728	58	0,83008	4
55	Número N	Dadm			Dc	Dc/Dadm	
	Valor	Log N	3,01-0,176 log N	Valor	Valor	Valor	ValorRef.
	-	-	-	-	-	-	-

APÊNDICE C – CÁLCULOS DA VARIÁVEL ÁREA TOTAL

MG1

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	1,2	1200	3,6	0	0	8640	313480	2
2	0,2	200	3,6	0	2,5	1940		2
3	3	3000	3,6	0	0	21600		2
4	3	3000	3,6	0	0	21600		2
5	0,2	200	3,6	0	2,5	1940		2
6	2,8	2800	3,6	0	0	20160		2
7	2,8	2800	3,6	0	0	20160		2
8	2,9	2900	3,6	0	0	20880		2
9	3	3000	3,6	0	0	21600		2
10	2,8	2800	3,6	0	0	20160		2
11	3	3000	3,6	0	0	21600		2
12	2,8	2800	3,6	0	0	20160		2
13	3	3000	3,6	0	0	21600		2
14	2,9	2900	3,6	0	0	20880		2
15	3	3000	3,6	0	0	21600		2
16	2,8	2800	3,6	0	0	20160		2
17	3	3000	3,6	0	0	21600		2
18	0,5	500	3,6	0	0	3600		2
19	0,5	500	3,6	0	0	3600		2

MG2

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	0,6	600	3,5	0	0	8400	273120	4
2	3	3000	3,5	0	0	21000		2
3	3	3000	3,5	0	0	21000		2
4	3	3000	3,5	0	0	21000		2
5A	0,3	300	3,5	0	0	2100		2
5B	0,06	60	4,5	0	0	540		2
5C	2,64	2640	3,5	0	0	18480		2
6	3	3000	3,5	0	0	21000		2
7	3	3000	3,5	0	0	21000		2
8	3	3000	3,5	0	0	42000		4
9	3	3000	3,5	0	0	21000		2
10	3	3000	3,5	0	0	21000		2
11	3	3000	3,5	0	0	21000		2
12	0,6	600	3,5	0	0	4200		2
13	2,5	2500	3,5	0	0	17500		2
14	1,7	1700	3,5	0	0	11900		2

MG3

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	1,8	1800	3,6	0	0	6480	141120	2
2	2,3	2300	7,2	0	0	16560		4
3	2,8	2800	7,2	0	0	20160		4
4	2,8	2800	7,2	0	0	20160		4
5	2,7	2700	3,6	0	0	9720		2
6	2,1	2100	3,6	0	0	7560		2
7	2,1	2100	3,6	0	0	7560		2
8	2,7	2700	3,6	0	0	9720		2
9	2,8	2800	7,2	0	0	20160		4
10	2,3	2300	7,2	0	0	16560		4
11	1,8	1800	3,6	0	0	6480		2

MG4

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	1,2	1200	3,5	2,5	2,5	14400	1450820	2
2	0,5	500	3,5	2,5	0	4750		2
3	0,5	500	3,5	2,5	2,5	6000		2
4	0,6	600	3,5	2,5	2,5	7200		2
5	0,6	600	3,5	0	2,5	7800		3
6	0,4	400	3,5	2,5	2,5	4800		2
7	0,9	900	3,5	2,5	0	11700		3
8	0,8	800	3,5	0	2,5	10400		3
9	0,7	700	3,5	2,5	2,5	8400		2
10	0,4	400	3,5	2,5	2,5	4800		2
11	0,4	400	3,5	2,5	2,5	4800		2
12	0,9	900	3,5	2,5	0	11700		3
13	0,7	700	3,5	0	2,5	6650		2
14	0,4	400	3,5	2,5	2,5	4800		2
15	1	1000	3,5	0	2,5	13000		3
16	2,9	2900	3,5	2,5	2,5	34800		2
17	1,5	1500	3,5	2,5	0	19500		3
18	2,7	2700	3,5	2,5	2,5	32400		2
19	1,1	1100	3,5	2,5	0	14300		3
20	1,1	1100	3,5	0	2,5	14300		3
21	0,7	700	3,5	2,5	2,5	8400		2
22	1	1000	3,5	2,5	0	13000		3
23	0,3	300	3,5	0	0	3150		3
24	3	3000	3,5	0	2,5	39000		3
25	3	3000	3,5	0	2,5	39000		3
26	3	3000	3,5	0	2,5	39000		3
27	3	3000	3,5	0	2,5	39000		3
28	1,8	1800	3,5	2,5	2,5	27900		3
29	3	3000	3,5	0	0	42000		4
30	0,6	600	3,5	0	0	8400		4
31	0,6	600	3,5	0	2,5	7800		3
32	0,6	600	3,5	0	0	4200		2
33	0,6	600	3,5	0	0	4200		2
34	0,8	800	3,5	0	2,5	10400		3
35	0,2	200	3,5	2,5	2,5	2400		2
36	1,9	1900	3,5	2,5	2,5	22800		2
37	0,9	900	3,5		0	9450		3
38	0,2	200	3,5	0	0	1400		2
39	1,3	1300	3,5	0	2,5	16900		3
40	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2

41	2	2000	3,5	2,5	2,5	24000		2
42	2,4	2400	3,5	0	2,5	22800		2
43	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
44	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
45	0,6	600	3,5	2,5	2,5	7200		2
46	0,4	400	3,5	2,5	0	3800		2
47	0,9	900	3,5	0	0	6300		2
48	1,1	1100	3,5	0	2,5	10450		2
49	1,3	1300	3,5	2,5	2,5	15600		2
50	0,7	700	3,5	2,5	0	6650		2
51	1,7	1700	3,5	0	2,5	22100		3
52	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
53	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
54	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
55	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
56	1,3	1300	3,5	2,5	2,5	15600		2
57	2,3	2300	3,5	0	0	32200		4
58	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
59	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
60	1,8	1800	3,5	2,5	2,5	21600		2
61	1,5	1500	3,5	0	0	21000		4
62	1,3	1300	3,5	0	2,5	12350		2
63	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
64	1,2	1200	3,5	2,5	2,5	14400		2
65	3	3000	3,5	0	2,5	49500		4
66	0,8	800	3,5	0	2,5	7600		2
67	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
68	1,9	1900	3,5	2,5	2,5	22800		2
69	1,3	1300	3,5	2,5	2,5	20150		3
70	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
71	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
72	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
73	0,9	900	3,5	2,5	2,5	10800		2
74	0,4	400	2,3	0	2	2640		2
75	0,4	400	2,3	2	0	2640		2
76	0,7	700	4,6	2	2	9240		2
77	0,3	300	3,5	0	0	2100		2
78	0,5	500	3,5	2,5	2,5	6000		2
79	0,2	200	3,5	2,5	2,5	2400		2

MG5

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	0,2	200	3,5	0	0	1400	1334750	2
2	1,2	1200	3,5	0	2	15000		3
3	0,2	200	3,5	2,5	2,5	2400		2
4	1,2	1200	3,5	2	0	15000		3
5	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
6	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
7	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
8	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
9	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
10	1,3	1300	3,5	2,5	2,5	15600		2
11	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
12	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
13	1,4	1400	3,5	2,5	2,5	16800		2
14	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
15	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
16	0,9	900	3,5	2,5	2,5	10800		2
17	0,6	600	3,5	0	0	4200		2
18	0,6	600	3,5	0	0	4200		2
19	2,2	2200	3,5	2,5	2,5	26400		2
20	0,6	600	3,5	0	2	7500		3
21	0,4	400	3,5	2,5	2,5	6200		3
22	0,3	300	3,5	0	2	3750		3
23	0,3	300	3,5	2,5	2,5	3600		2
24	3	3000	3,5	2	0	37500		3
25	0,4	400	3,5	2	0	5000		3
26	2,3	2300	3,5	2,5	2,5	27600		2
27	3	3000	3,5	2	0	37500		3
28	1,7	1700	3,5	2	0	21250		3
29	0,2	200	3,5	2,5	2,5	2400		2
30	0,9	900	3,5	0	0	6300		2
31	0,9	900	3,5	0	0	6300		2
32	2,6	2600	3,5	2,5	2,5	31200		2
33	0,2	200	3,5	0	0	1400		2
34	0,2	200	3,5	0	0	1400		2
35	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
36	0,2	200	3,5	2,5	2,5	2400		2
37	3	3000	3,5	0	2	37500		3
38	1,7	1700	3,5	0	2	21250		3
39	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
40	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
41	2,2	2200	3,5	2,5	2,5	26400		2
42	0,3	300	3,5	0	0	2100		2
43	0,3	300	3,5	0	0	2100		2
44	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
45	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
46	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
47	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
48	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
49	1,3	1300	3,5	0	2	16250		3
50	0,3	300	3,5	2,5	2,5	3600		2
51	1,9	1900	3,5	2	0	23750		3
52	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
53	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
54	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
55	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
56	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
57	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
58	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
59	1,7	1700	3,5	2,5	2,5	20400		2
60	1,8	1800	3,5	0	2	22500		3
61	2,8	2800	3,5	2	0	35000		3
62	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
63	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
64	0,4	400	3,5	2,5	2,5	4800		2

MG6

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	3	3000	3,5	0	0	21000	494500	2
2	3	3000	3,5	0	0	21000		2
3	3	3000	3,5	0	0	21000		2
4	3	3000	3,5	0	0	21000		2
5	3	3000	3,5	0	0	21000		2
6	3	3000	3,5	0	0	21000		2
7	3	3000	3,5	0	0	21000		2
8	2,5	2500	3,5	0	0	17500		2
9	1,5	1500	3,5	0	0	10500		2
10	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
11	1,2	1200	3,5	1,5	1,5	12000		2
12	1,9	1900	3,5	1,5	1,5	19000		2
13	3	3000	3,5	1,5	1,5	30000		2
14	3	3000	3,5	1,5	1,5	30000		2
15	3	3000	3,5	1,5	1,5	30000		2
16	1,6	1600	3,5	1,5	1,5	16000		2
17	1	1000	3,5	0	0	7000		2
18	3	3000	3,5	1,5	1,5	30000		2
19	3	3000	3,5	1,5	1,5	30000		2
20	3	3000	3,5	1,5	1,5	30000		2
21	3	3000	3,5	1,5	1,5	30000		2
22	3	3000	3,5	1,5	1,5	30000		2
23	2,2	2200	3,5	1,5	1,5	22000		2

MG7

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	3	3000	3,5	2	2	33000	744750	2
2	3	3000	3,5	2	2	33000		2
3	1	1000	3,5	2	2	11000		2
4	0,5	500	3,5	0	0	7000		4
5	3	3000	3,5	2	2	33000		2
6	3	3000	3,5	2	2	33000		2
7	0,8	800	3,5	2	2	8800		2
8	0,8	800	3,5	1,5	2	11200		3
9	1,3	1300	3,5	2	1,5	18200		3
10	3	3000	3,5	2	2	33000		2
11	0,8	800	3,5	2	2	8800		2
12	0,4	400	3,5	0	0	2800		2
13	0,2	200	3,5	0	1,5	1000		1
14	0,2	200	3,5	0	0	1400		2
15	0,4	400	3,5	0	0	4200		3
16	3	3000	3,5	2	2	33000		2
17	2,8	2800	3,5	2	2	30800		2
18	0,5	500	3,5	1,5	2	7000		3
19	0,3	300	3,5	2	2	3300		2
20	2,4	2400	3,5	2	1,5	33600		3
21	3	3000	3,5	2	2	33000		2
22	3	3000	3,5	2	2	33000		2
23	3	3000	3,5	2	2	33000		2
24	3	3000	3,5	2	2	33000		2
25	3	3000	3,5	2	2	33000		2
26	1,2	1200	3,5	2	2	13200		2
27	1,4	1400	3,5	2	1,5	19600		3
28	3	3000	3,5	2	2	33000		2
29	0,5	500	3,5	2	2	5500		2
30	0,3	300	3,5	2	1,5	4200		3
31	0,7	700	3,5	1,5	1,5	11900		4
32	3	3000	3,5	1,5	2	42000		3
33	2,2	2200	3,5	1,5	2	30800		3
34	2,3	2300	3,5	2	2	25300		2
35	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
36	0,5	500	3,5	1,5	0	4250		2
37	1,8	1800	3,5	2	2	19800		2
38	1,4	1400	3,5	1,5	2	19600		3

MG8

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	0,4	400	3,5	0	0	2800	588600	2
2	0,4	400	3,5	0	0	2800		2
3	1,9	1900	3,5	2,5	2,5	22800		2
4	0,2	200	3,5	0	0	2800		4
5	1,7	1700	3,5	2,5	2,5	20400		2
6	1,2	1200	3,5	2,5	2,5	14400		2
7	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
8	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
9	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
10	2,8	2800	3,5	2,5	2,5	33600		2
11	0,2	200	3,5	0	0	2800		4
12	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
13	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
14	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
15	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
16	2,6	2600	3,5	2,5	2,5	31200		2
17	0,2	200	3,5	0	0	2800		4
18	1,7	1700	3,5	2,5	2,5	20400		2
19	0,3	300	3,5	0	0	4200		4
20	0,4	400	3,5	2,5	2,5	4800		2
21	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
22	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
23	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
24	0,9	900	3,5	2,5	2,5	10800		2
25	0,9	900	3,5	2,5	2,5	10800		2
26	0,6	600	3,5	2,5	2,5	7200		2
27	2,6	2600	3,5	2,5	2,5	31200		2
28	0,2	200	3,5	0	0	1400		2
29	0,2	200	3,5	0	0	1400		2

MG9

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	0,4	400	3,6	2	2	4480	1180360	2
2	0,5	500	3,6	2	2	5600		2
3	3	3000	3,6	2	0	38400		3
4	1	1000	3,6	0	2	12800		3
5	0,2	200	3,6	2	2	2240		2
6	1,2	1200	3,6	2	2	13440		2
7	1,5	1500	3,6	2	0	19200		3
8	0,4	400	3,6	2	2	4480		2
9	1,2	1200	3,6	0	2	15360		3
10	1,5	1500	3,6	2	0	19200		3
11	0,3	300	3,6	2	2	3360		2
12	0,4	400	3,6	2	2	4480		2
13	2,2	2200	3,6	2	2	24640		2
14	1,6	1600	3,6	2	0	20480		3
15	0,9	900	3,6	2	2	10080		2
16	1,4	1400	3,6	0	2	17920		3
17	1,2	1200	3,6	0	2	15360		3
18	1,3	1300	3,6	2	0	16640		3
19	1,2	1200	3,6	0	2	15360		3
20	0,2	200	3,6	2	2	2240		2
21	0,3	300	3,6	2	2	3360		2
22	0,8	800	3,6	2	2	8960		2
23	0,5	500	3,6	2	2	5600		2
24	0,3	300	7,2	0	0	4320		2
25	1,2	1200	3,6	2	2	13440		2
26	0,8	800	3,6	2	0	10240		3
27	1	1000	3,6	2	2	11200		2
28	0,3	300	3,6	2	0	3840		3
29	0,3	300	3,6	2	2	3360		2
30	0,3	300	7,2	0	0	4320		2
31	0,4	400	3,6	2	2	4480		2
32	0,7	700	3,6	2	2	7840		2
33	2,1	2100	3,6	2	0	26880		3
34	1,5	1500	3,6	2	2	16800		2
35	2,5	2500	3,6	0	2	32000		3
36	0,8	800	3,6	2	0	10240		3
37	0,4	400	3,6	2	0	5120		3
38	1	1000	3,6	2	2	11200		2
39	0,6	600	3,6	0	2	7680		3
40	1,2	1200	3,6	0	2	15360		3

41	0,5	500	3,6	2	2	5600			2
42	2	2000	3,6	2	0	25600			3
43	1,3	1300	3,6	0	2	16640			3
44	3	3000	3,6	2	2	33600			2
45	0,6	600	3,6	0	0	4320			2
46	0,9	900	3,6	2	0	11520			3
47	0,4	400	3,6	0	0	5760			4
48	0,5	500	3,6	0	2	6400			3
49	1,1	1100	3,6	2	2	12320			2
50	1	1000	3,6	2	0	12800			3
51	0,4	400	3,6	0	0	5760			4
52	2,8	2800	3,6	0	2	35840			3
53	0,2	200	3,6	2	2	2240			2
54	0,3	300				0			2
55	0,4	400	3,6	2	2	4480			2
56	0,8	800	3,6	0	2	10240			3
57	1,7	1700	3,6	2	0	21760			3
58	1,1	1100	3,6	0	2	14080			3
59	1	1000	3,6	2	0	12800			3
60	0,4	400	3,6	0	0	5760			4
61	0,9	900	3,6	0	2	11520			3
62	3	3000	3,6	2	2	33600			2
63	1,9	1900	3,6	2	2	21280			2
64	0,8	800	3,6	2	0	10240			3
65	2,2	2200	3,6	2	2	24640			2
66	0,7	700	3,6	2	0	8960			3
67	0,2	200	3,6	0	0	2880			4
68	1	1000	3,6	0	2	12800			3
69	0,4	400	3,6	2	2	4480			2
70	0,9	900	3,6	2	0	11520			3
71	0,4	400	3,6	0	0	5760			4
72	0,7	700	3,6	0	2	8960			3
73	1	1000	3,6	2	0	12800			3
74	0,7	700	3,6	0	0	10080			4
75	0,7	700	3,6	0	2	8960			3
76	2,9	2900	3,6	2	2	32480			2
77	0,8	800	3,6	2	0	10240			3
78	1	1000	3,6	2	2	11200			2
79	1	1000	3,6	2	0	12800			3
80	0,5	500	3,6	2	2	5600			2
81	1,7	1700	3,6	0	2	21760			3
82	3	3000	3,6	2	2	33600			2
83	1,5	1500	3,6	2	2	16800			2
84	1,9	1900	3,6	0	0	27360			4
85	2,2	2200	3,6	0	2	28160			3
86	3	3000	3,6	0	2,7	29700			2
87	0,6	600	3,6	0	3,6	6480			2
88	3	3000	3,6	0	2,7	29700			2
89	0,6	600	3,6	0	3,6	6480			2

MG10

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	1	1000	3,65	2	2	11300	1128905	2
2	2,6	2600	3,65	2	2	29380		2
3	3	3000	3,65	2	2	33900		2
4	0,4	400	3,65	2	2	4520		2
5	0,3	300	3,65	2	2	5580		4
6	3	3000	3,65	2	2	33900		2
7	3	3000	3,65	2	2	33900		2
8	3	3000	3,65	2	2	33900		2
9	3	3000	3,65	2	2	33900		2
10	0,3	300	3,65	2	2	3390		2
11	0,4	400	3,65	2	2	4520		2
12	3	3000	3,65	2	2	33900		2
13	3	3000	3,65	2	2	33900		2
14	1,1	1100	3,65	2	2	12430		2
15	3	3000	3,65	2	2	33900		2
16	2,8	2800	3,65	2	2	31640		2
17	0,3	300	3,65	2	2	3390		2
18	3	3000	3,65	2	2	33900		2
19	1,9	1900	3,65	2	2	21470		2
20	0,6	600	3,65	2	2	6780		2
21	0,2	200	3,65	2	2	3720		4
22	3	3000	3,65	2	2	33900		2
23	3	3000	3,65	2	2	33900		2
24	1,5	1500	3,65	2	2	16950		2
25	0,5	500	3,65	2	2	5650		2
26	0,4	400	3,65	2	2	4520		2
27	0,4	400	3,65	2	2	7440		4
28	2,5	2500	3,65	2	2	28250		2
29	0,2	200	3,65	2	2	2990		3
30	3	3000	3,65	2	2	33900		2
31	3	3000	3,65	2	2	33900		2
32	1,9	1900	3,65	2	2	21470		2
33	3	3000	3,65	2	2	33900		2
34	2,3	2300	3,65	2	2	25990		2
35	0,2	200	3,65	2	2	3720		4
36	0,6	600	3,65	2	2	6780		2
37	3	3000	3,65	2	2	33900		2
38	3	3000	3,65	2	2	33900		2
39	3	3000	3,65	2	2	33900		2
40	3	3000	3,65	2	2	33900		2
41	3	3000	3,65	2	2	33900		2
42	3	3000	3,65	2	2	33900		2
43	2,5	2500	3,65	2	2	28250		2
44	3	3000	3,65	2	0	38850		3
45	1,3	1300	3,65	2	0	16835		3
46	3	3000	3,65	2	2	33900		2
47	3	3000	3,65	2	2	33900		2
48	3	3000	3,65	2	2	33900		2
49	0,3	300	3,65	2	2	3390		2

MG11

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000	632100	2
2	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
3	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
4	2,6	2600	3,5	2,5	2,5	31200		2
5	0,4	400	3,5	0	0	2800		2
6	0,4	400	3,5	2,5	0	3800		2
7	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
8	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
9	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
10	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
11	1,5	1500	3,5	2,5	2,5	18000		2
12	1	1000	3,5	0	2,5	13000		3
13	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
14	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
15	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
16	3	3000	3,5	2,5	2,5	36000		2
17	1,7	1700	3,5	2,5	2,5	20400		2
18	1,4	1400	3,5	2,5	2,5	16800		2
19	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
20	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
21	0,2	200	3,5	2,5	2,5	2400		2
22	0,4	400	3,5	0	0	2800		2
23	1	1000	3,5	2,5	2,5	12000		2
24	0,3	300	3,5	0	2,5	3900		3
25	1,7	1700	3,5	0	0	17850		3
26	0,3	300	3,5	0	0	3150		3
27	0,3	300	3,5	0	0	4200		4
28	0,5	500	3,5	0	0	5250		3
29	2,1	2100	3,5	0	2,5	19950		2
30	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
31	1	1000	3,5	2,5	0	9500		2
32	0,4	400	3,5	0	0	2800		2
33	0,2	200	3,5	2,5	0	1900		2
34	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
35	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
36	0,6	600	3,5	0	2,5	5700		2
37	0,4	400	3,5	0	0	2800		2
38	0,2	200	3,5	0	0	1400		2
39	0,6	600	3,5	0	0	4200		2
40	0,4	400	3,5	2,5	2,5	4800		2
41	0,4	400	3,5	2,5	0	3800		2
42	0,6	600	3,5	0	0	4200		2

MG12

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	2	2000	3,6	2,5	2,5	24400	424660	2
2	0,7	700	3,6	2,5	2,5	13580		4
3	0,7	700	3,6	2,5	2,5	8540		2
4	0,5	500	3,6	2,5	2,5	9700		4
5	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
6	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
7	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
8	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
9	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
10	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
11	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
12	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
13	3	3000	3,6	2,5	2,5	36600		2
14	2	2000	3,6	2,5	2,5	24400		2
15	1,2	1200	3,6	2,5	2,5	14640		2

MG13

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	3	3000	3,6	2	2	33600	869680	2
2	2	2000	3,6	2	2	22400		2
3	1	1000	3,6	2	2	11200		2
4	3	3000	3,6	2	2	33600		2
5	3	3000	3,6	2	2	33600		2
6	3	3000	3,6	2	2	33600		2
7	3	3000	3,6	2	2	33600		2
8	1,3	1300	3,6	2	2	14560		2
9	3	3000	3,6	2	2	33600		2
10	1,9	1900	3,6	2	2	21280		2
11	0,2	200	3,6	0	0	1440		2
12	3	3000	3,6	2	2	33600		2
13	3	3000	3,6	2	2	33600		2
14	1	1000	3,6	2	2	11200		2
15	0,4	400	3,6	2	2	4480		2
16	3	3000	3,6	2	2	33600		2
17	0,8	800	3,6	2	2	8960		2
18	2,2	2200	3,6	2	2	24640		2
19	0,2	200	3,6	0	0	1440		2
20	3	3000	3,6	2	2	33600		2
21	0,3	300	3,6	2	2	3360		2
22	0,3	300	3,6	0	0	2160		2
23	2,6	2600	3,6	2	2	29120		2
24	3	3000	3,6	2	2	33600		2
25	2,2	2200	3,6	2	2	24640		2
26	3	3000	3,6	2	2	33600		2
27	3	3000	3,6	2	2	33600		2
28	2,2	2200	3,6	2	2	24640		2
29	2,6	2600	3,6	2	2	29120		2
30	3	3000	3,6	2	2	33600		2
31	3	3000	3,6	2	2	33600		2
32	3	3000	3,6	2	2	33600		2
33	3	3000	3,6	2	2	33600		2
34	2,5	2500	3,6	2	2	28000		2
35	2,4	2400	3,6	2	2	26880		2
36	0,8	800	3,6	2	2	8960		2

MG14

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	1,4	1400	3,9	0	0	10920	750300	2
2A	0,45	450	3,9	0	0	3510		2
3	2,415	2415	3,9	0	0	18837		2
4	2,7	2700	3,9	0	0	21060		2
5A	0,135	135	3,9	0	0	1053		2
6	3	3000	3,9	0	0	23400		2
7	3	3000	3,9	0	0	23400		2
8	3	3000	3,9	0	0	23400		2
9	1	1000	3,9	0	0	7800		2
10	1,7	1700	3,9	0	0	19890		3
11	3	3000	3,9	0	0	23400		2
12	1,5	1500	3,9	0	0	11700		2
13	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
14	3	3000	3,9	0	0	23400		2
15	3	3000	3,9	0	0	23400		2
16	0,3	300	3,9	0	0	2340		2
17	2,2	2200	3,9	0	0	25740		3
18	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
19	0,3	300	3,9	0	0	2340		2
20	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
21	3	3000	3,9	0	0	23400		2
22	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
23	0,5	500	3,9	0	0	3900		2
24	0,5	500	3,9	0	0	3900		2
25	0,5	500	3,9	0	0	3900		2
26	3	3000	3,9	0	0	35100		3
27	2,1	2100	3,9	0	0	24570		3
28	3	3000	3,9	0	0	23400		2
29	3	3000	3,9	0	0	23400		2
30	2,1	2100	3,9	0	0	16380		2
31	1	1000	3,9	0	0	7800		2
32	0,1	100	3,9	0	0	780		2
33		0				0		2
34	0,8	800	3,9	2,5	2,5	10240		2
35	1,2	1200	3,9	2,5	2,5	15360		2
36	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
37	0,4	400	3,9	2,5	2,5	5120		2
38	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
39	0,6	600	3,9	2,5	2,5	7680		2
40	0,2	200	3,9	0	2,5	2060		2
41	0,4	400	3,9	2,5	2,5	5120		2
42	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
43	1	1000	3,9	2,5	2,5	12800		2
44	0,6	600	3,9	2,5	2,5	7680		2
45	0,9	900	3,9	2,5	2,5	11520		2
46	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
47	3	3000	3,9	2,5	2,5	38400		2
48	3	3000	3,9	2,5	2,5	38400		2
49	3	3000	3,9	2,5	2,5	38400		2
50	3	3000	3,9	2,5	2,5	38400		2
51	3	3000	3,9	2,5	2,5	38400		2
52	0,2	200	3,9	2,5	2,5	2560		2
53	0,2	200	3,9	0	0	1560		2
54	2,5	2500	3,9	2,5	2,5	32000		2

MG15

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	3	3000	3,5	2	2	33000	669500	2
2	3	3000	3,5	2	2	33000		2
3	3	3000	3,5	2	2	33000		2
4	3	3000	3,5	2	2	33000		2
5	2,4	2400	3,5	2	2	26400		2
6	2,4	2400	3,5	0	0	16800		2
7	3	3000	3,5	0	0	21000		2
8	3	3000	3,5	0	0	21000		2
9	3	3000	3,5	0	0	21000		2
10	3	3000	3,5	0	0	21000		2
11	1,4	1400	3,5	0	0	9800		2
12	0,2	200	3,5	0	0	2800		4
13	3	3000	3,5	0	0	21000		2
14	3	3000	3,5	0	0	21000		2
15	3	3000	3,5	0	0	21000		2
16	3	3000	3,5	0	0	21000		2
17	3	3000	3,5	0	0	21000		2
18	3	3000	3,5	0	0	21000		2
19	3	3000	3,5	0	0	21000		2
20	2,6	2600	3,5	0	0	18200		2
21	0,8	800	3,5	0	0	5600		2
22	3	3000	3,5	2	2	33000		2
23	3	3000	3,5	2	2	33000		2
24	2,5	2500	3,5	2	2	27500		2
25	0,9	900	3,5	2	2	9900		2
26	0,2	200	3,5	0	0	1400		2
27	0,2	200	3,5	0	0	1400		2
28	3	3000	3,5	0	2	27000		2
29	3	3000	3,5	2	0	27000		2
30	3	3000	3,5	2	0	27000		2
31	2,1	2100	3,5	2	0	18900		2
32	0,3	300	2,75	0	0	1650		2
33	0,3	300	2,75	0	0	1650		2
34	2,5	2500	3,5	0	0	17500		2

MG16

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	2,8	2800	3,5	2	2	30800	592950	2
2	3	3000	3,5	2	2	33000		2
3	3	3000	3,5	2	2	33000		2
4	3	3000	3,5	0	0	21000		2
5	3	3000	3,5	0	0	21000		2
6	3	3000	3,5	0	0	21000		2
7	3	3000	3,5	0	0	21000		2
8	3	3000	3,5	0	0	21000		2
9	3	3000	3,5	0	0	21000		2
10	3	3000	3,5	0	0	21000		2
11	2,5	2500	3,5	0	0	17500		2
12	0,6	600	3,5	2	2	6600		2
13	2,9	2900	3,5	0	0	20300		2
14	3	3000	3,5	0	0	21000		2
15	3	3000	3,5	0	0	21000		2
16	0,5	500	3,5	0	0	3500		2
17	3	3000	3,5	0	0	21000		2
18	3	3000	3,5	2	2	33000		2
19	3	3000	3,5	2	2	33000		2
20	3	3000	3,5	0	0	21000		2
21	2,5	2500	3,5	2	2	27500		2
22	3	3000	3,5	2	2	33000		2
23	3	3000	3,5	2	2	33000		2
24	3	3000	3,5	0	0	21000		2
25	3	3000	3,5	0	0	21000		2
26	1,7	1700	3,5	0	0	11900		2
27	1,1	1100	3,5	0	0	3850		1

MG17

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas	3a Faixa
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD				
1	0,3	300	3,6	0	2	2760	930160	2	0
2	0,8	800	3,6	0	2	7360		2	0
3	0,6	600	3,6	2	2	6720		2	0
4	0,2	200	3,6	2	0	3260		3	3,5
5	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
6	1,1	1100	3,6	2	2	12320		2	0
7	1,5	1500	3,6	2	2	16800		2	0
8	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
9	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
10	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
11	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
12	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
13	0,2	200	3,6	2	0	3260		3	3,5
14	0,3	300	3,6	0	2	4890		3	3,5
15	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
16	0,6	600	3,6	2	2	6720		2	0
17	0,2	200	3,6	2	0	3260		3	3,5
18	1	1000	3,6	0	0	17900		4	3,5
19	0,8	800	3,6	0	2	13040		3	3,5
20	2	2000	3,6	2	2	22400		2	0
21	1,1	1100	3,6	2	0	17930		3	3,5
22	1,1	1100	3,6	0	0	19690		4	3,5
23	1,1	1100	3,6	0	2	17930		3	3,5
24	0,8	800	3,6	2	2	8960		2	0
25	0,7	700	3,6	2	0	11410		3	3,5
26	0,4	400	3,6	2	2	4480		2	0
27	0,6	600	3,6	2	2	6720		2	0
28	1,8	1800	3,6	2	2	20160		2	0
29	1	1000	3,6	0	2	16300		3	3,5
30	2,3	2300	3,6	2	2	25760		2	0
31	1,3	1300	3,6	0	2	21190		3	3,5
32	1	1000	3,6	2	2	11200		2	0
33	0,9	900	3,6	2	0	14670		3	3,5
34	1,2	1200	3,6	0	0	21480		4	3,5
35	0,9	900	3,6	0	2	14670		3	3,5
36	1	1000	3,6	2	2	11200		2	0
37	1	1000	3,6	2	2	11200		2	0
38	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
39	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
40	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
41	1	1000	3,6	2	2	11200		2	0
42	1,1	1100	3,6	2	2	12320		2	0
43	1,1	1100	3,6	2	0	17930		3	3,5
44	0,7	700	3,6	2	2	7840		2	0
45	1,2	1200	3,6	2	0	19560		3	3,5
46	3	3000	3,6	2	2	33600		2	0
47	1	1000	3,6	2	2	11200		2	0
48	1,7	1700	3,6	2	0	27710		3	3,5
49	0,2	200	3,6	0	0	3580		4	3,5
50	0,5	500	3,6	2	2	5600		2	0
51	3	3000	3,6	0	2	27600		2	0
52	0,5	500	3,6	0	2	4600		2	0
53	3	3000	3,6	0	2	27600		2	0
54	0,5	500	3,6	0	2	4600		2	0
55	0,2	200	3,6	0	0	3580		4	3,5

MG18

Segmento	Extensão (km)	Extensão (m)	Largura			Área Segmento	Área Total	No de Faixas
			Faixa	Acost. LE	Acost. LD			
1	3	3000	3,5	2	2	33000	921800	2
2	2,4	2400	3,5	2	2	26400		2
3	1,3	1300	3,5	2	2	14300		2
4	3	3000	3,5	2	2	33000		2
5	3	3000	3,5	2	2	33000		2
6	3	3000	3,5	2	2	33000		2
7	3	3000	3,5	2	2	33000		2
8	3	3000	3,5	2	2	33000		2
9	1,8	1800	3,5	2	2	19800		2
10	0,6	600	3,5	2	2	6600		2
11	2,4	2400	3,5	2	2	26400		2
12	3	3000	3,5	2	2	33000		2
13	0,7	700	3,5	2	2	7700		2
14	3	3000	3,5	2	2	33000		2
15	3	3000	3,5	2	2	33000		2
16	2	2000	3,5	2	2	22000		2
17	1	1000	3,5	2	2	11000		2
18	3	3000	3,5	2	2	33000		2
19	3	3000	3,5	2	2	33000		2
20	1,5	1500	3,5	2	2	16500		2
21	3	3000	3,5	2	2	33000		2
22	2,2	2200	3,5	2	2	24200		2
23	2,1	2100	3,5	2	2	23100		2
24	2,2	2200	3,5	2	2	24200		2
25	2,8	2800	3,5	2	2	30800		2
26	3	3000	3,5	2	2	33000		2
27	3	3000	3,5	2	2	33000		2
28	2,5	2500	3,5	2	2	27500		2
29	3	3000	3,5	2	2	33000		2
30	2,3	2300	3,5	2	2	25300		2
31	3	3000	3,5	2	2	33000		2
32	3	3000	3,5	2	2	33000		2
33	3	3000	3,5	2	2	33000		2
34	2	2000	3,5	2	2	22000		2

APÊNDICE D – CÁLCULOS DA VARIÁVEL MUDANÇA NA CONDIÇÃO DO PAVIMENTO

Os dados utilizados para os cálculos referentes à variável Mudança na Condição do Pavimento são excessivamente numerosos, de modo que é inviável transpô-los completamente para este apêndice. São aqui apresentadas as coordenadas geográficas originais e as correspondentes nos arquivos disponibilizados pelo DNIT dos trechos referentes a cada DMU.

MG1

KM _i Proj.Bás.		KM	KM _f Proj.Bás.		KM
44°30'137"	20°53,952'	152,4	44°14,604'	21°06,776'	195,3
KM _i Conv.		//	KM _f Conv.		//
-44,5027	-20,8997	//	-44,2438	-21,1134	//
Aprox. KM _i Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KM _f Conv. Planilha 2013		KM
-44,5023	-20,8991	=	-44,2433	-21,1130	195,28
Aprox. KM _i Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KM _f Conv. Planilha 2015		KM
-44,5021	-20,8996	152,78	-44,2433	-21,1129	195,28

MG2

KM _i Proj.Bás.		KM	KM _{int.f} Proj.Bás.		KM	KM _{int.i} Proj.Bás.		KM	KM _f Proj.Bás.		KM
41° 50' 196"	19° 41' 658"	0	41° 50' 328"	19° 40' 987"	1,7	41° 50' 198"	19° 41' 661"	118	42° 04' 225"	19° 45' 466"	151,7
KM _i Conv.		//	KM _{int.f} Conv.		//	KM _{int.i} Conv.		//	KM _f Conv.		//
-41,8370	-19,6948	//	-41,8392	-19,6836	//	-41,8370	-19,6948	//	-42,0708	-19,7582	//
Aprox. KM _i Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KM _{int.f} Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KM _{int.i} Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KM _f Conv. Planilha 2013		KM
-41,0943	-19,4868	=	-41,1082	-19,4928	=	-41,8370	-19,6949	118,06	-42,0700	-19,7579	153,08
Aprox. KM _i Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KM _{int.f} Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KM _{int.i} Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KM _f Conv. Planilha 2015		KM
-41,0947	-19,4866	=	-41,1082	-19,4928	=	-41,8370	-19,6951	119,3	-42,0702	-19,7578	152,48

MG3

KM _i Proj.Bás.		KM	KM _f Proj.Bás.		KM
43°19' 495"	21°46' 701"	98,5	43°24' 945"	21°42' 525"	110,9+2,1
KM _i Conv.		//	KM _f Conv.		//
-43,3253	-21,7788	//	-43,4162	-21,7092	//
Aprox. KM _i Conv. Planilha 2012		KM	Aprox. KM _f Conv. Planilha 2012		KM
-43,3248	-21,7784	98,7	=	=	111,9
Aprox. KM _i Conv. Planilha 2014		KM	Aprox. KM _f Conv. Planilha 2014		KM
-43,3253	-21,7784	98,22	-43,4161	-21,7092	112,72

MG4

KM _i Proj.Bás.		KM	KM _f Proj.Bás.		KM
41°20,047	15°42,075	0	41°30,224	16°34,626	117,3
KM _i Conv.		//	KM _f Conv.		//
-41,3345	-15,7017	//	-41,5041	-16,5776	//
Aprox. KM _i Conv. Planilha 2012		KM	Aprox. KM _f Conv. Planilha 2012		KM
-41,3342	=	0,06	-41,5035	-16,5773	117,4
Aprox. KM _i Conv. Planilha 2014		KM	Aprox. KM _f Conv. Planilha 2014		KM
-41,3342	=	0,08	-41,5035	=	117,14

MG5

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
46°36,888	18°49,448	39,3	46°53,456	19°33,176	149,2
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-46,6152	-18,8246		-46,8414	-19,5534	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-46,6145	=	37,7	=	-19,5530	152,76
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
-46,6146	=	38,46	-46,8913	-19,5530	148,92

MG6

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
45°33,866'	21°09,455'	120,5	45°56,559'	21°23,604'	177,9
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-45,5649	-21,1580		-45,9431	-21,3939	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-45,5645	=	120,56	=	-21,3937	177,12
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
-45,5645	=	120,58	-45,9435	=	178,24

MG7

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
43°56,565	17°18,091	438,3	44°09,292	17°47,490	501,4
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-43,9432	-17,3020		-44,1553	-17,7920	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-43,9431	-17,3020	441,8	-44,1549	=	505
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
=	=	437,94	-44,1550	-17,7919	501,06

MG8

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
46°58,979	20°55,845	4,7	46°56,105	21°18,587	53,5
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-46,9834	-20,9312		-46,9355	-21,3103	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
=	-20,9316	4,82	=	-21,3083	54,44
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
=	-20,9316	4,66	-46,9350	-21,3102	54,58

MG9

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
46°09,630'	21°22,322'	150,6	45°26,360'	21°35,114'	245,2
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-46,1609	-21,3725		-45,4397	-21,5857	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-46,1606	=	150,7	-45,4389	=	244,92
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
-46,1605	-21,3724	150,7	-45,4390	=	245,52

MG10

KMi Proj.Bás.		KM	KMint.f Proj.Bás.		KM	KMint.i Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
43°24'969"	21°45'738"	111,9	43°26'148"	21°43'779"	115,5	43°27'180"	21°42'161"	118,7	44°11'654"	21°56'189"	213,6
KMi Conv.		//	KMint.f Conv.		//	KMint.i Conv.		//	KMf Conv.		//
-43,4166	-21,7628	//	-43,4362	-21,7301	//	-43,4534	-21,7031	//	-44,1947	-21,9370	//
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMint.f Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMint.i Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
=	-21,7096	111,96	-43,4360	-21,7300	115,48	-43,4533	-21,7027	118,74	=	-21,9364	213,72
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMint.f Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMint.i Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
=	-21,7096	112,82	=	=	116,26	=	-21,7027	116,58	=	-21,9364	211,94

MG11

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
42°07,771	19°26,528	97,2	42°32,453	19°28,383	147,2
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-42,1299	-19,4426	//	-42,5413	-19,4735	//
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-42,1303	-19,4427	=	=	-19,4736	=
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
-42,1298	=	96,98	=	-19,4738	147,14

MG12

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
46°43,401'	21°00,221'	589,1	46°58,496'	20°55,909'	623,2
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-46,7234	-21,0042	//	-46,9754	-20,9323	//
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-46,7560	=	589,8	=	-20,9319	622,24
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
=	=	585,8	=	-20,9319	619,82

MG13

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
44°11,584	21°56,169	213,6	44°49,136	21°55,358	291,5
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-44,1935	-21,9366	//	-44,8194	-21,9231	//
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
=	-21,9367	=	=	-21,9233	291
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
=	-21,9367	211,82	-44,8193	-21,9232	290

MG14

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
42°40,544	20°50,572	211,8	42°10,726	21°08,214	287,8
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-42,6761	-20,8434	//	-42,1792	-21,1374	//
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-42,6662	-20,8526	=	-42,1791	-21,1373	287,78
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
-42,6607	-20,8490	211,86	=	-21,1373	287,78

MG15

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
45°14,864	21°54,104	0	44°58,200	22°08,498	84,3
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-45,2482	-21,9022		-44,9704	-22,1421	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-45,2479	=	0,04	-44,9731	=	84,16
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
-45,2479	=	0,08	-44,9733	=	83,96

MG16

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
44°55,419'	21°58,238'	702,5	44°45,655'	22°22,587'	774,1
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-44,9241	-21,9711		-44,7613	-22,3769	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-44,9236	=	702,56	-44,7612	-22,3765	774
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
=	-21,9702	=	-44,7612	-22,3765	773,16

MG17

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
44°55,008'	20°09,678'	34,8	44°46,455'	20°43,773'	107,8
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-44,9172	-20,1618		-44,7747	-20,7300	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2013		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2013		KM
-44,9170	=	34,88	=	-20,7290	108,32
Aprox. KMi Conv. Planilha 2015		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2015		KM
=	-20,1620	35,06	=	-20,7291	108,1

MG18

KMi Proj.Bás.		KM	KMf Proj.Bás.		KM
44°15,105'	21°08,940'	257,6	44°56,832'	21°15,798'	341,4
KMi Conv.		//	KMf Conv.		//
-44,2522	-21,1495		-44,9476	-21,2638	
Aprox. KMi Conv. Planilha 2014		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2014		KM
-44,2521	-21,1490	254,14	=	-21,2633	337,06
Aprox. KMi Conv. Planilha 2016		KM	Aprox. KMf Conv. Planilha 2016		KM
=	-21,1490	267,26	=	-21,2633	350,64