



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTE E OBRAS

PROJETO DE ENGENHARIA PARA
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Rodovia : GO-450
Trecho : PIRACANJUBA / CRISTIANÓPOLIS
Extensão : 32,00 km

VOLUME 1- RELATÓRIO DO PROJETO

AGOSTO / 2013



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTE E OBRAS

**PROJETO DE ENGENHARIA PARA
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**

Rodovia : GO-450
Trecho : PIRACANJUBA / CRISTIANÓPOLIS
Extensão : 32,00 km

VOLUME 1- RELATÓRIO DO PROJETO

ELABORAÇÃO : **ENGENHO PROJETOS E
CONSTRUÇÕES**

AGOSTO / 2013

ÍNDICE

1 - Apresentação	4
2 - Mapa de Situação	6
3 - Resumos dos Estudos e Projetos	8
Estudo Estatístico de chuvas.....	16
Estudo de tráfego	19
Determinação do número N	38
Projeto de Pavimentação	44
Projeto de Drenagem	62

1.1 – APRESENTAÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

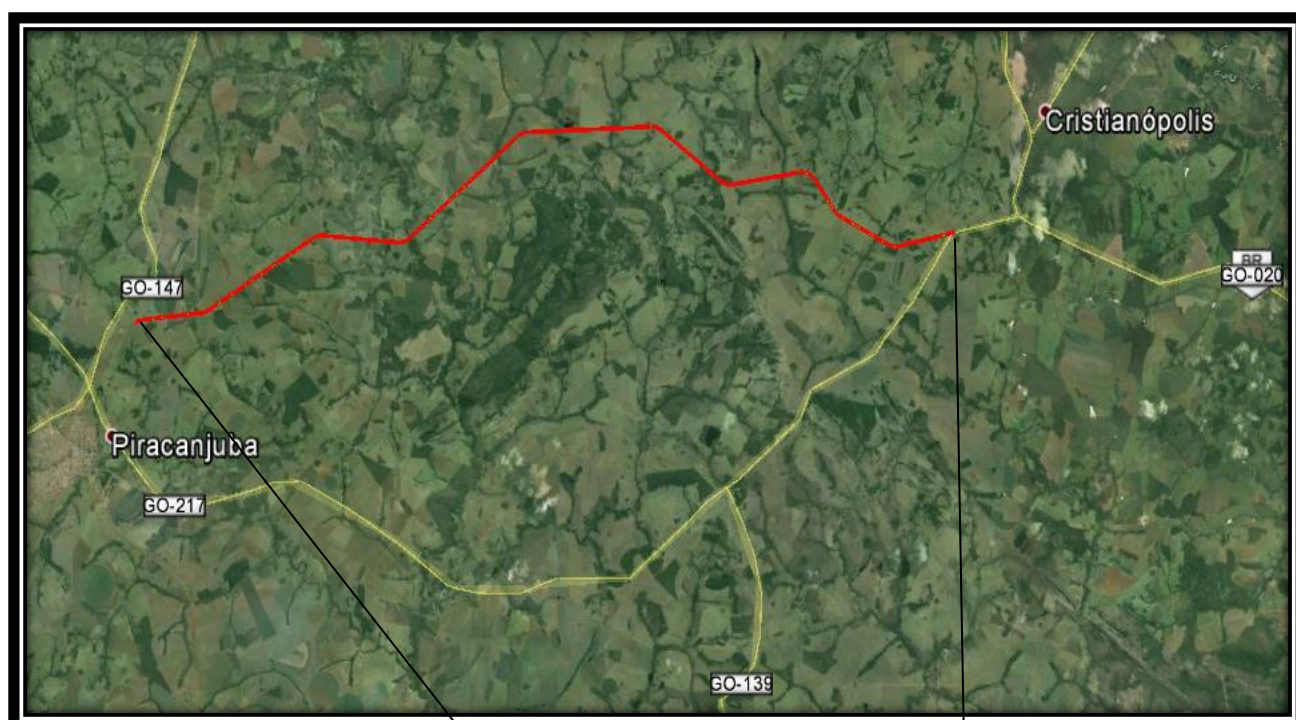
A empresa **ENGENHO PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDAO** apresenta à **AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP**, o Projeto de Engenharia para Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia: GO-450, Trecho: PIRACANJUBA /CRISTIANÓPOLIS numa extensão total de 32,00 km.

Para tanto, o presente projeto é constituído pelos seguintes Volumes:

- Volume 1 – Relatório do Projeto;
 - Volume 2 – Projeto de Execução;
 - Volume 3A – Estudos Geotécnicos;
 - Volume 3C – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes;
 - Volume 4 – Orçamento.
-
- **Volume 1 – Relatório do Projeto** – apresentado em formato A-4 contém: Resumo dos Estudos e Projetos realizados, Quadro de Quantidades dos Serviços e Especificações construtivas a serem empregadas nas obras.
 - **Volume 2 – Projeto de Execução** – apresentado em formato A-3, contém: Mapa de Situação, Quadro de Características Técnicas e Operacionais, Quadro Resumo de Quantidades, Listagens e Projetos: Geométrico, Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem, Obras de Arte Correntes, Obras de Arte Especiais, Sinalização, Obras Complementares.
 - **Volume 3A – Estudos Geotécnicos** – apresentado em formato A-4, contém os Boletins de Sondagem, Resultados de Ensaios, Folhas de Resumo dos Estudos Estatísticos do Subleito, Empréstimos e Materiais para a Pavimentação.
 - **Volume 3C – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes** – apresentado em formato A-4 contém todas as Notas de Serviço e Cálculo de Volumes do trecho, necessários à execução da obra.
 - **Volume 4 – Orçamento** – apresentado em formato A-4, contém o custo de todas as obras necessárias à execução do projeto, o resumo dos preços e as composições unitárias.

2 – MAPA DE SITUAÇÃO

MAPA DE SITUAÇÃO



— TRECHO A PAVIMENTAR

3 – RESUMO DOS ESTUDOS E PROJETOS

3 – RESUMO DOS ESTUDOS E PROJETOS

3.1 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os Estudos Topográficos foram executados atendendo às recomendações da AGETOP e das Instruções de Serviço do DNIT.

O levantamento topográfico foi estaqueamento de 20 m em 20 m incluindo o procedimento de locação de pontos notáveis.

Na sequência dos trabalhos, efetuou-se a locação, o nivelamento, e o contra nivelamento de uma linha base estaqueada ao longo da diretriz básica, a qual, serviu de referência a todos os levantamentos e locações realizadas.

O nivelamento e o contra nivelamento de todos os piquetes foi feito com nível de precisão, sendo que o erro máximo admissível esteve sempre de acordo com os critérios contidos nas instruções de projeto do DNIT e da AGETOP.

As seções transversais foram feitas a nível em todos os pontos do eixo locado.

Através do programa AUTODESK CIVIL 3D, processaram-se os dados levantados, gerando assim todos os elementos necessários à elaboração dos desenhos finais e subsídios aos demais estudos e projetos deste trabalho.

São apresentados a seguir quadros com os dados referentes as curvas e retas (tangentes) e pontos notáveis da rodovia em estudo.

Os resultados obtidos nos estudos topográficos são apresentados no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

3.2 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Na Fase Preliminar dos trabalhos de dimensionamentos, a consultora realizou a delimitação das bacias com dados de radar orbital obtidos pelo SRTM – *Shuttle Radar Topographic Mission*, da Agência Espacial Americana – NASA, disponibilizados pelo Sistema Geológico Americano (USGS). Os resultados obtidos foram aprimorados utilizando-se fotografias aéreas do local e cartas topográficas do DSG. A consultora realizou também visita na região de implantação da rodovia.

Na Fase de Anteprojeto a consultora realizou estudos hidrológicos para as bacias contribuintes orientando-se nas DNIT - IS-203 (Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos) e no DNIT - Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (Versão preliminar 2005). Os dimensionamentos hidráulicos orientaram-se no DNIT - Manual de Drenagem de rodovias e na DNIT – IS-210 (Instrução de Serviço para Projeto de Drenagem de Rodovia).

3.2.1.1 – ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

O trecho em estudo está localizado numa região que é normalmente bem regada por chuvas. Entretanto, essas precipitações não se distribuem igualmente durante o ano. Seu regime tem característica tropical, com máximo no verão e mínimo no inverno.

Mais de 75% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso o trimestre novembro - dezembro - janeiro, conforme é mostrado no histograma (figura 1). Durante esse trimestre chove em média 48% do total anual.

Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco. Nesta época do ano as chuvas são muito raras havendo em média, 2 a 3 dias de ocorrências deste fenômeno por mês, sendo que em muitos anos não são registrados sequer 1 dia de chuva.

TEMPERATURA

- média anual das temperaturas máximas: 31,2° C
- média anual das temperaturas mínimas: 15,4° C
- média compensada anual: 21,8° C
- temperatura mínima absoluta: 2,3° C
- temperatura máxima absoluta: 38,6° C

PLUVIOMETRIA

Para o estudo das chuvas precipitadas sobre a região obteve-se dados junto ao INMET, referentes ao posto de Morrinhos INMET A003 Lat. -17.74 Long: -49.1

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-450

ESTAÇÃO: INMET A003

TRECHO: PIRACANJUBA /CRISTIANÓPOLIS

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
1969	NDC	51	35	50	50	0	0	0	0	20	41	73	53	1608,2
	TOTAL	229,8	145,4	170,2	83,6	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2	136,6	444,4	378,0	
	MAXIMA	18	10	12	4	0	0	0	0	1	8	21	19	
1970	NDC	35	34	36	27	3	0	0	0	22	50	46	17	1628,2
	TOTAL	311,0	251,2	188,2	89,8	3,2	0,0	0,0	0,0	55,6	269,0	342,6	117,6	
	MAXIMA	23	16	10	6	1	0	0	0	4	12	18	13	
1971	NDC	29	52	29	88	0	0	0	16	7	21	8	9	942,1
	TOTAL	129,4	296,5	159,6	161,7	0,0	0,0	0,0	30,0	18,2	56,9	33,5	56,3	
	MAXIMA	9	17	16	10	0	0	0	2	5	13	12	13	
1972	NDC	31	30	6	6	18	0	3	0	4	50	36	42	850,8
	TOTAL	83,2	51,6	22,9	17,3	20,2	0,0	8,9	0,0	7,0	105,6	175,6	358,5	
	MAXIMA	8	8	12	4	2	0	3	0	3	7	8	17	
1973	NDC	14	16	35	70	7	8	0	0	12	12	16	21	1078,0
	TOTAL	56,7	50,8	373,2	193,6	7,2	10,4	0,0	0,0	19,9	88,9	78,4	198,9	
	MAXIMA	12	10	20	8	1	2	0	0	3	13	11	17	
1974	NDC	39	44	79	19	16	0	0	0	5	35	37	47	1329,0
	TOTAL	162,4	169,4	441,2	85,2	35,8	0,0	0,0	0,0	5,4	109,4	161,8	158,4	
	MAXIMA	19	21	20	9	3	0	0	0	1	7	9	14	
1975	NDC	46	71	21	78	8	0	0	0	6	66	36	68	1382,0
	TOTAL	159,0	230,4	133,2	168,4	7,8	0,0	0,0	0,0	6,2	285,0	172,6	219,4	
	MAXIMA	11	13	14	8	1	0	0	0	1	12	14	12	
1976	NDC	33,4	32,1	21,6	11,6	37,8	0,0	0,0	1,4	53,0	35,6	46,1	45,1	1370,7
	TOTAL	116,6	267,9	126,3	43,8	63,1	0,0	0,0	1,4	123,0	130,3	260,4	237,9	
	MAXIMA	13	20	13	7	5	0	0	1	9	9	21	17	
1977	NDC	62,3	75,7	44,3	48,7	8,2	12,2	0,0	0,0	16,1	40,1	80,0	46,0	1589,9
	TOTAL	453,3	221,1	83,7	86,1	25,7	12,2	0,0	0,0	27,7	176,8	182,5	320,8	
	MAXIMA	20	11	7	7	5	1	0	0	5	9	13	26	
1978	NDC	92,4	95,8	43,2	50,3	89,2	0,0	3,8	0,0	5,7	43,2	21,6		1788,9
	TOTAL	364,8	323,1	282,8	149,5	106,4	0,0	3,8	0,0	13,1	182,4	118,0	245,0	
	MAXIMA	14	13	12	7	3	0	1	0	3	11	9		
1979	NDC		22	13	7	3	0	0	3	3	9	16	17	1681,7
	TOTAL	507,0	314,0	103,1	44,9	7,0	0,0	0,0	54,3	35,4	145,6	278,0	192,4	

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-450

ESTAÇÃO: INMET A003

TRECHO: PIRACANJUBA /CRISTIANÓPOLIS

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descriminação	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
	MAXIMA		50,8	20,4	40,2	4,6	0,0	0,0	50,4	23,2	40,0	47,8	29,6	
1980	NDC	24		10	11	3	1	0	0	10	1	22	22	2080,1
	TOTAL	414,6	599,0	141,2	117,0	17,4	7,6	0,0	0,0	91,2	4,8	304,8	382,5	
	MAXIMA	51,8		29,4	24,6	9,6	7,6	0,0	0,0	15,4	4,8	32,6	29,4	
1981	NDC	20	9	23	9	2	2	2	1	1	10	18	11	1553,3
	TOTAL	356,1	86,8	348,1	57,4	3,6	31,4	3,8	8,4	1,4	149,1	280,8	226,4	
	MAXIMA	60,9	33,8	34,6	16,4	2,4	28,6	2,6	8,4	1,4	41,2	60,8	56,4	
1982	NDC	29	8	16	6	5	0	0	2	5	12	6	15	1596,4
	TOTAL	616,8	101,8	296,4	50,8	31,2	0,0	0,0	21,6	34,0	212,0	80,0	151,8	
	MAXIMA	68,8	37,8	86,8	16,8	15,2	0,0	0,0	19,4	16,2	46,2	24,4	32,4	
1983	NDC	20	16	19	6	1	0	1	0	3	15	19		2014,2
	TOTAL	510,6	353,8	290,6	104,2	7,2	0,0	2,2	0,0	30,6	155,0	220,0	340,0	
	MAXIMA	75,2	55,6	57,8	26,6	7,2	0,0	2,2	0,0	14,8	36,4	93,4		
1984	NDC	14	13	19	11	1	0	0	1	9	10	12	13	1166,4
	TOTAL	145,8	143,6	162,2	105,6	4,2	0,0	0,0	3,6	108,6	166,8	156,0	170,0	
	MAXIMA	42,2	36,6	41,2	19,8	4,2	0,0	0,0	3,6	34,8	44,8	25,8	44,6	
1985	NDC	28	14	17	9	3	0	1	1	3	12	15	20	2191,5
	TOTAL	602,8	195,2	248,0	119,6	24,4	0,0	1,4	3,8	71,2	162,4	215,6	547,1	
	MAXIMA	95,8	53,4	52,8	24,8	13,4	0,0	1,4	3,8	65,2	54,4	96,6	140,4	
1986	NDC	22	15	17	5	3	0	2	4	2	8	11		1184,6
	TOTAL	238,6	208,6	119,8	16,0	45,0	0,0	6,4	48,8	25,2	54,0	126,2	296,0	
	MAXIMA	50,6	45,0	30,8	4,6	24,2	0,0	5,2	34,4	22,4	28,2	32,8		
1987	NDC			12	3	1	0	0	0	2	2		10	1394,2
	TOTAL	177,0	127,0	305,4	55,6	5,2	0,0	0,0	0,0	40,6	73,4	240,0	370,0	
	MAXIMA			73,2	28,2	5,2	0,0	0,0	0,0	20,4	37,2		98,2	
1988	NDC	7	11	10	3	0	1	0	0		8	5	8	1167,4
	TOTAL	181,0	266,2	240,4	45,6	0,0	6,2	0,0	0,0	15,0	161,2	81,2	170,6	
	MAXIMA	54,6	43,2	56,0	20,8	0,0	6,2	0,0	0,0		34,6	25,6	33,4	
1989	NDC	13	7	9	3	1	1	1	2	3	8	16	27	1805,8
	TOTAL	295,0	76,5	158,8	46,4	48,4	13,0	15,6	13,0	42,6	79,6	292,5	724,4	
	MAXIMA	33,8	16,0	52,6	25,4	48,4	13,0	15,6	6,8	15,4	18,4	74,8	110,0	
1990	NDC	14	19	6	5	4	0	1	1	5	6	9	13	1295,6

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-450

ESTAÇÃO: INMET A003

TRECHO: PIRACANJUBA /CRISTIANÓPOLIS

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
	TOTAL	270,8	270,8	47,2	58,6	78,4	0,0	6,2	11,2	50,4	60,4	171,2	270,4	
	MAXIMA	59,8	39,2	10,0	16,8	32,8	0,0	6,2	11,2	24,6	23,8	53,4	40,8	
1991	NDC	19	14	15	6	1	0	0	0	4	4	13	16	1421,4
	TOTAL	282,6	172,8	386,4	103,0	5,8	0,0	0,0	0,0	23,2	101,4	171,4	174,8	
	MAXIMA	55,2	31,6	64,2	46,0	5,8	0,0	0,0	0,0	9,0	54,2	44,2	44,6	
1992	NDC	22	16	19	11	2	0	0	2	7	15	21	21	1947,0
	TOTAL	452,2	294,6	191,0	111,8	18,4	0,0	0,0	13,2	127,6	113,6	267,8	356,8	
	MAXIMA	92,4	56,8	59,0	45,2	13,6	0,0	0,0	12,0	53,4	20,8	55,4	46,4	
1993	NDC	11	19	7	5	3	2	0	0	5	7	8	22	1057,3
	TOTAL	93,6	244,0	85,4	34,5	54,0	15,6	0,0	0,0	62,6	30,0	61,4	376,2	
	MAXIMA	24,8	44,2	52,2	13,2	27,6	10,8	0,0	0,0	44,2	8,8	16,8	54,0	
1994	NDC	18	16	15	13	1	2	0	0	0	9	15	19	1506,0
	TOTAL	201,2	142,6	321,5	151,1	10,4	12,2	0,0	0,0	0,0	175,2	306,4	185,4	
	MAXIMA	35,6	29,4	93,6	30,8	10,4	9,4	0,0	0,0	0,0	54,8	73,4	45,2	
1995	NDC	15	20	16	13	6	0	0	0	2	7	15	18	1615,8
	TOTAL	229,0	291,2	154,6	215,2	30,6	0,0	0,0	0,0	27,2	64,6	204,6	398,8	
	MAXIMA	34,6	40,6	48,4	54,8	14,4	0,0	0,0	0,0	21,8	28,2	38,6	48,6	
1996	NDC	13	10	20	10	1	0	0	5	2	11	17	11	1353,0
	TOTAL	145,2	138,6	271,6	151,8	3,8	0,0	0,0	33,8	31,6	187,2	256,2	133,2	
	MAXIMA	40,4	39,4	43,4	89,4	3,8	0,0	0,0	16,8	30,8	44,2	59,4	31,8	
1997	NDC	22	14	18	13	2	4	0	0	4	12	8	19	1665,0
	TOTAL	353,8	178,8	382,2	110,0	10,6	12,6	0,0	0,0	47,4	156,2	183,0	230,4	
	MAXIMA	55,8	50,6	58,4	31,2	7,2	6,8	0,0	0,0	20,6	48,6	47,2	49,2	
1998	NDC	16	12	9	2	0	1	0	0	1	12	16	12	1082,4
	TOTAL	189,8	245,0	82,0	44,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,6	132,0	275,2	108,0	
	MAXIMA	33,2	61,4	27,8	33,2	0,0	5,8	0,0	0,0	0,6	24,4	83,4	25,2	
1999	NDC	10	9	11	1	2	0	0	0	4	11	16	19	1119,0
	TOTAL	144,6	87,0	141,0	2,2	4,4	0,0	0,0	0,0	57,4	106,4	125,0	451,0	
	MAXIMA	38,8	19,8	56,8	2,2	2,8	0,0	0,0	0,0	27,6	35,2	27,8	76,4	
2000	NDC	19	21	16	3	0	0	0	3	6	6	19	21	1462,4
	TOTAL	279,6	218,2	260,4	24,0	0,0	0,0	0,0	7,8	27,4	63,0	291,6	290,4	
	MAXIMA	51,8	31,8	52,2	18,2	0,0	0,0	0,0	5,2	13,2	21,8	50,8	58,4	

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-450

ESTAÇÃO: INMET A003

TRECHO: PIRACANJUBA /CRISTIANÓPOLIS

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descrição	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
2001	NDC	9	9	11	6	0	0	0	0	3	14	12	15	1295,9
	TOTAL	109,0	141,0	137,4	49,6	0,0	0,0	0,0	0,0	37,6	264,0	262,7	294,6	
	MAXIMA	32,6	46,4	58,2	21,2	0,0	0,0	0,0	0,0	28,5	49,4	65,9	63,6	
2002	NDC	16	10	10	2	2	0	0	0	3	6	12	18	1375,1
	TOTAL	411,5	184,8	90,7	3,3?	4,1	0,0	0,0	0,0	55,4	96,2	135,1	397,3	
	MAXIMA	56,8	52,4	60,6	2,3	3,4	0,0	0,0	0,0	30,1	47,7	40,6	90,4	
2003	NDC	21	10	17	8	1	0	0	1	1	9	15	11	1109,7
	TOTAL	323,8	56,6	234,7	98,8	16,3	0,0	0,0	0,8	5,3	112,4	101,7	159,3	
	MAXIMA	46,8	27,6	50,2	29,2	16,3	0,0	0,0	0,8	5,3	40,5	22,1	43,1	
2004	NDC	23	23	9	10	0	0	0	0	1	11	12	15	1640,9
	TOTAL	485,5	525,2	54,7	79,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	138,1	160,3	195,0	
	MAXIMA	66,5	70,4	15,4	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	33,2	53,4	34,5	
2005	NDC	21	13	19	2	2	1	0	0	5	4	14	16	1351,7
	TOTAL	225,1	200,3	204,9	19,4	10,8	0,1	0,0	0,0	62,7	50,5	260,2	317,7	
	MAXIMA	33,4	47,3	61,2	17,1	6,5	0,1	0,0	0,0	29,1	30,5	59,2	74,2	
2006	NDC	8	12	19	7	3	0	0	1	4	14	12	16	1634,6
	TOTAL	93,5	136,8	510,4	37,9	14,5	0,0	0,0	16,3	20,4	258,8	211,1	334,9	
	MAXIMA	28,3	39,5	182,4	10,2	11,3	0,0	0,0	16,3	6,5	53,2	42,5	67,1	
2007	NDC	13	19	6	3	0	0	0	0	0	8	10	12	1278,3
	TOTAL	279,2	362,1	52,2	43,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	115,6	231,6	193,9	
	MAXIMA	43,1	85,3	21,4	29,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,5	51,4	35,1	
2008	NDC	16	17	17	10	0	0	0	0	3	2	15	21	1897,1
	TOTAL	357,3	326,7	350,3	244,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	24,8	182,2	408,4	
	MAXIMA	91,2	71,1	76,4	126,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	16,4	31,1	57,5	
2009	NDC	14	8	13	10	2	0	0	3	3	19	14	22	2074,1
	TOTAL	287,4	159,6	224,0	139,1	25,5	0,0	0,0	59,7	68,1	457,4	166,9	486,4	
	MAXIMA	95,2	48,3	65,4	32,1	15,3	0,0	0,0	41,1	45,1	97,3	21,2	78,3	
2010	NDC	12	8	16	3	0	0	0	0	1	11	17	18	1969,9
	TOTAL	243,4	126,6	365,4	132,7	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	166,8	463,2	461,5	
	MAXIMA	50,0	50,0	91,1	74,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	34,3	96,3	74,3	
2011	NDC	16	21	17	5	1	1	0	0	1	10	14	17	2484,4
	TOTAL	508,4	368,0	550,7	152,0	21,5	27,1	0,0	0,0	0,1	298,8	227,3	330,5	

DADOS DE CHUVA – PORTO URUAÇU

RODOVIA: GO-450

ESTAÇÃO: INMET A003

TRECHO: PIRACANJUBA /CRISTIANÓPOLIS

PERÍODO: 1964 / 2011

Ano	Descriminação	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TotalAnual
	MAXIMA	82,1	51,3	86,0	89,5	21,5	27,1	0,0	0,0	0,1	95,0	54,2	75,4	
MÉDIA	NDC	16	14	14	7	2	0	0	1	3	10	14	17	1502,7
	TOTAL	281,6	214,5	216,5	89,7	17,9	3,5	1,1	7,3	33,9	144,4	207,1	285,2	
	MAXIMA	51,1	45,6	51,2	35,6	12,2	3,1	0,9	5,5	18,1	40,1	47,8	53,7	

Estudo Estatístico das Chuvas

Com os dados coletados por este posto, foi elaborado estudo estatístico das chuvas usando a determinação das alturas para diferentes períodos de recorrência e diferentes durações. A metodologia empregada foi o método da "Probabilidade Extrema de Gumbel". Para isto foi escolhida a maior altura de chuva em cada ano de série de máximas anuais.

Para tempos de duração menores que um dia, fizeram-se correlações com o Método das Isozonas, adiante descrito.

A seguir são apresentados os cálculos que fornecem as relações entre a precipitação máxima, período de retorno e probabilidade de ocorrência, para os postos em estudo.

- P - Precipitação máxima anual no intervalo de 1974 a 2011.
- Pm - Precipitação média.
- F - Frequência de vazões de enchentes observadas.
- Tr - Período de Recorrência.
- n - Número de ordem, variável de 1 a n.
- σ - Desvio-padrão das "n" vazões máximas.

$$Pr = P + \sigma K (\text{fórmula devida a Ven Te Chow})$$

Onde:

- Pr - a precipitação para um certo período de recorrência.
- K - Coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do período de recorrências. Valor tabelado por Weise e Reid.

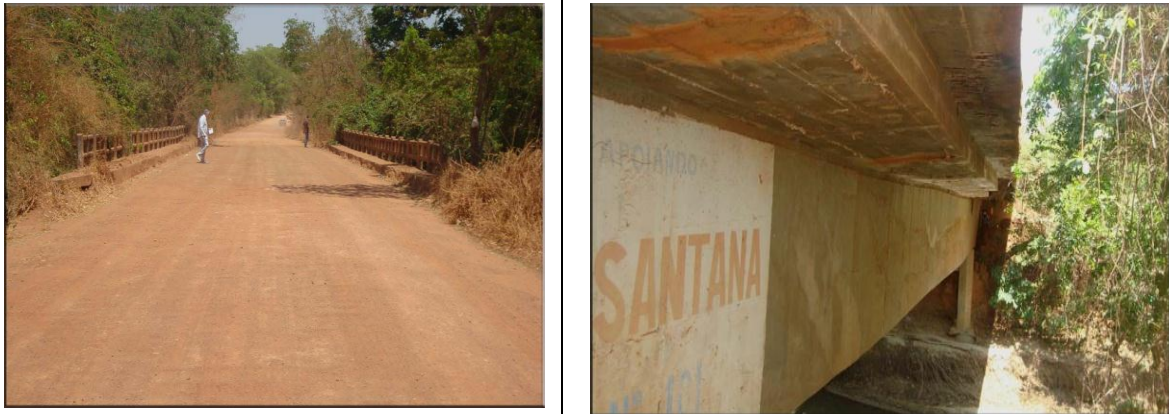
3.3. – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contratada realizou visitas técnicas e levantamentos finais em campo visando checar respostas de cálculos deparando-os com as atualidades naturais. Colheu informações com moradores da região sobre relatos históricos de enchentes dos cursos d'água e verificou que as obras existentes comportam perfeitamente as vazões dos dados históricos.

3.3.1 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

GO-450				
Estaca	S	W	Obra existente	Obra projetada
96	17° 15' 46,1"	48° 59,7' 8,0"	BSCC 2,00X2,00	
				

GO-450				
	S	W	Obra existente	Obra projetada
420	17° 14' 28,9"	48 ° 55' 51,6"	BSCC 2,00X2,50	
				

GO-450				
Estaca	S	W	Obra existente	Obra projetada
523	17° 14' 24"	48° 54' 44"	PCA	
				

GO-450				
Estaca	Esting	Northing	Obra existente	Obra projetada
629	17° 13' 40,1"	48° 53' 49"	BSTC 1,00	
				

GO-450				
Estaca	S	W	Obra existente	Obra projetada
714	17° 12' 52,9"	48° 52' 44,3"	BSCC 3,50X3,50	
				

GO-450				
Estaca	S	W	Obra existente	Obra projetada
931	17° 12' 35,9"	48° 50' 46,3"	BDCC2,00X3,00	
				

GO-450				
Estaca	S	W	Obra existente	Obra projetada
1257	17° 13' 17,4"	48° 47' 23,3"	BSCC 2,50X2,50	
				

GO-450				
Estaca	S	W	Obra existente	Obra projetada
1464	17° 14' 24,2"	48° 45' 11,9"	BSCC 2,50X2,50	
				

3.4 – ESTUDOS DE TRÁFEGO

INTRODUÇÃO

Foram obedecidas as recomendações da AGETOP e as seguintes instruções de serviço do DNIT:

- IS-201 - Estudos de Tráfego em Rodovias;
- IS-230 - Estudos de Tráfego em Áreas Urbanas;

As projeções de tráfego foram procedidas com base nas taxas de crescimento consideradas adequadas para avaliar as tendências de evolução da demanda de veículos automotores no trecho em estudo.

Os resultados dos Estudos de Tráfego forneceram subsídios para diversas decisões de interesse do projeto, a saber:

- Características geométricas das seções transversais, interseções etc.;
- Dimensionamento do pavimento e demais parâmetros de projeto.

Para a elaboração dos Estudos de Tráfego, foram adotados dados históricos da AGETOP e procedidas “Contagens Volumétricas e Classificatórias”, para caracterização do tráfego atual do segmento discriminado abaixo:

- Posto P-01 – Entroncamento Piracanjuba, GO-450, KM 03.

PROCEDIMENTO BÁSICOS

DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Área de Estudo de um projeto viário compreende o espaço geográfico ocupado pelas vias do projeto e as áreas que direta ou indiretamente o afetam.

DEFINIÇÕES DE PROJETO

METODOLOGIAS ADOTADAS NAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS

Foram utilizados registros semiautomáticos e critérios detalhados no item 3.4.4.

PESQUISAS - DATA, PERÍODO E DURAÇÃO

Os períodos e a duração das Contagens Volumétricas e Classificatórias foram estabelecidos de maneira a permitir a caracterização nítida dos volumes, assim como o comportamento geral do tráfego da região de interesse direto do projeto.

As contagens foram realizadas no posto P-01, situado há três quilômetros de PIRACANJUBA, sobre a GO-450 em estudo. Os serviços foram realizados durante três dias, vinte e quatro horas por dia.

CLASSIFICAÇÃO ADOTADA

Quando se trata de previsão de solicitação para cálculos estruturais do pavimento, a unidade adotada neste trabalho é o EIXO. Os veículos são analisados quanto a sua contribuição à degradação do pavimento relativa a cada eixo que possuem. As Definições e Tipos de EIXOS foram adotados como se segue:

a) Eixos Simples

Conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais distantes de 100 cm, que se estendem por toda a largura do veículo e podem ser de dois tipos:

- EIXOS SIMPLES DE RODAS SIMPLES (ESRS) - com duas rodas, uma em cada extremidade (dois pneus);
- EIXOS SIMPLES DE RODAS DUPLAS (ESRD) - com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (quatro pneus).

b) Eixos Tandem (Rodas Duplas)

Constituem os conjuntos de dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de mais de 100 cm e menos de 200 cm, ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos e podem ser:

- EIXO TANDEM DUPLO (ETD) - com dois eixos, espaçados entre 1,00 m e 2,00 m, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (oito pneus), sendo que nos fabricantes nacionais o espaçamento médio de 1,36 m;
- EIXO TANDEM TRIPLO (ETT) - com três eixos, espaçados entre 1,00 m e 2,00 m, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (doze pneus).

c) Outros Eixos

- EIXO DUPLO NÃO EM TANDEM - com dois eixos, rodas duplas (oito pneus), mas com espaçamento entre eixos superior a 2,00 m;
- EIXO DUPLO ESPECIAL - Típico dos TRIBUS, compreendendo conjunto de dois eixos, sendo um com rodas duplas e outro com rodas simples (seis pneus).

Caracterização dos Veículos

Os veículos analisados são caracterizados sob os aspectos de pesos e unidades:

a) Veículos Leves – motocicletas, automóveis e utilitários, todos com dois eixos e apenas rodas simples com dois pneumáticos por eixo (total de quatro pneus). Divididos em três subclasses:

Motos - Todos os tipos de motociclos (motocicletas, Lambretas, Vespas etc.).

Passeio - Automóveis diversos (pequenos, médios e grandes).

Utilitários - Caminhonetes, Furgões, Pick-ups, Kombi, Besta, Vans e outros veículos leves, com capacidade de carga inferior a 3,0 tf.

b) Veículos Comerciais - Uma única unidade

As diversas classes de veículos pesados (comerciais) são representadas por um código alfanumérico, por exemplo, 2S3. No código adotado, o primeiro algarismo representa o número de eixos do veículo simples ou da unidade tratora, enquanto que o segundo algarismo, caso exista, indica a quantidade de eixos da(s) unidade(s) rebocada(s). As letras significam:

C = veículo simples (caminhão ou ônibus) ou veículo trator + reboque;

S = veículo trator (cavalo mecânico) + semirreboque;

I = veículo trator + semirreboque com distância entre eixos > 2,40 m (eixos isolados);

J = veículo trator + semirreboque com um eixo isolado e um eixo em tandem;

D = combinação dotada de 2 (duas) articulações;

T = combinação dotada de 3 (três) articulações;

Q = combinação dotada de 4 (quatro) articulações;

X = veículos especiais;

B = ônibus.

Os ônibus e os veículos de carga (veículos comerciais) foram classificados de acordocomonúmero, tipo e disposição dos eixos, conforme a *Classificação de Veículos pela Configuração de Eixos* adotada pelo DNIT.

Ônibus Urbano e Ônibus de Viagem, com dois eixos - o dianteiro de rodas simples e o traseiro de rodas duplas (seis pneus); Tribus, ônibus com três eixos, com eixo dianteiro de rodas simples e traseiro especial, compreendendo conjunto de um eixo de rodas duplas e outro de rodas simples (oito pneus); Duplo Direcional Trucado, ônibus com eixo dianteiro duplo de rodagem simples e um eixo tandem traseiro duplo de rodas duplas (dez pneus)e Micro-ônibus.

Ônibus: 2CB / 3CB / 4CB / 2SB1/ 2IB2

Caminhão Leve - inclui caminhonetes e caminhões leves com dois eixos, sendo o dianteiro de rodas simples e o traseiro de rodas duplas (seis pneus), conhecido como caminhão “toco”. Foram incluídos nesta categoria o F-4000 da Ford, o MB-600 da Mercedes Benz e outros caminhões pequenos (conhecidos como “três quartos”) semelhantes (Agrale, Volkswagen etc.).

Caminhão de dois eixos, em uma só unidade - esta categoria inclui os caminhões basculantes, de carroceria, baú e tanque, veículos de camping e de recreação, veículos moradia, etc., tendo dois eixos com rodas simples no dianteiro e rodas duplas na traseira (seis pneus).

Caminhões Simples: 2C

Caminhão de três eixos, em uma só unidade - todos os veículos que, em um mesmo chassi, tenham três eixos. Esta categoria inclui caminhões betoneira, caminhões

basculantes pesados, caminhões de carroceria e baús longos, etc., tendo três eixos: dianteiro simples de rodas simples e traseiros (tandem duplo ou não) de rodas duplas (dez pneus).

Caminhão de quatro eixos, em uma só unidade - todos os veículos que, em um mesmo chassi, tenham quatro eixos (geralmente basculantes de minérios): eixo dianteiro duplo de rodas simples e traseiro (tandem) de rodas duplas (doze pneus). Raro.

Caminhão Duplo: 3C / 4CD

c) Veículos Comerciais - Unidade tratora (Cavalo Mecânico) + Reboque

Veículos articulados compostos por um “Cavalo Mecânico” que traciona uma unidade (semirreboque) com um eixo traseiro simples ou tandem (duplo ou triplo) de rodas duplas (são as denominadas carretas, jamantas, cegonheiras etc.), com diversas configurações de eixo.

Caminhão com semirreboque com três eixos - veículos com três eixos, formados por duas unidades, sendo que uma das quais é um cavalo motor (com dois eixos) e o reboque com um eixo (dez pneus).

Caminhão com semirreboque, com quatro eixos - veículos com quatro eixos, consistindo de duas unidades, uma das quais é um cavalo motor (com dois eixos) e o reboque com dois eixos (tandem duplo), com quatorze pneus.

Caminhão com semirreboque, com cinco eixos - veículos com cinco eixos, constituídos por duas unidades, uma das quais é um cavalo motor (com dois eixos), e o reboque com três eixos (tandem triplo), com dezoito pneus.

Caminhão com semirreboque, com cinco eixos - veículos com cinco eixos, constituídos por duas unidades, uma das quais é um cavalo motor (com três eixos, sendo o traseiro duplo), e o reboque com dois eixos (tandem duplo), com dezoito pneus.

Caminhão com semirreboque, com seis eixos - veículos com seis eixos, constituídos de duas unidades, uma das quais é um cavalo motor (com três eixos, sendo o traseiro tandem duplo), e o reboque com três eixos (tandem triplo), com vinte e dois pneus.

Semirreboques: 4C / 2S1 / 2S2 / 2S3 / 3S1 / 3S2 / 3S3 / 2I2 / 2I3 / 3I2 / 3I3 / 2J3 / 3J3

Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um caminhão 2C, 3C) que traciona um reboque com dois eixos, sendo um eixo dianteiro simples de rodas simples ou dupla, e um eixo traseiro simples ou tandem (duplo ou triplo) de rodas duplas.

Caminhão tracionando unidades múltiplas, com cinco eixos ou menos - veículos com cinco eixos ou menos, constituídos por duas unidades, uma das quais é a unidade motora, com várias configurações.

Caminhão tracionando unidades múltiplas, com seis eixos - veículos de seis eixos, constituídos por duas unidades, uma das quais é a motora, em várias configurações.

Caminhão tracionando unidades múltiplas, com sete eixos ou mais - veículos com sete ou mais eixos, constituídos por duas unidades ou mais, uma das quais é a motora.

Reboques: 2C2 / 2C3 / 3C2 / 3C3 / 3D3

Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um semirreboque 3S2) que traciona de um a três reboques com um ou dois eixos traseiros tandem duplo de rodagem dupla.

Bitrem - unidade tratora e dois semirreboques, com quatro conjuntos de eixos (sete eixos individuais).

Tritrem - unidade tratora e três semirreboques, com cinco conjuntos de eixos (nove eixos individuais).

Rodo-trem - unidade tratora e um semirreboque, e um reboque, com total de cinco conjuntos de eixos (nove eixos individuais).

Caminhões com semirreboque de vários eixos - para grandes cargas.

Caminhões com reboques - “Romeu e Julieta” ou “TREMINHÃO”.

Reboques com sete ou mais eixos - transporte de Cana da plantação para Usina (Tráfego Local).

Composições: 3D4 / 3Q4 / 3T6

No Brasil de forma geral não é feita uma análise sistemática e contínua do fluxo de veículos com suas características e comportamentos. Outro fator importante no dimensionamento estrutural do pavimento é a carga a ser considerada para cada eixo analisado, portanto é necessário o conhecimento das cargas máximas admissíveis para cada eixo.

É sabido que o não monitoramento do tráfego e dos veículos propicia terreno fértil para os excessos, principalmente o de carga. Cargas acima das máximas legais (excesso de cargas por eixo ou sobrecarga por eixo) causam degradação prematura e acelerada dos pavimentos. Cuidados especiais devem ser tomados na operação com referência ao monitoramento dos veículos e valores de cargas, mas isto é tema para a Diretoria responsável pelas Operações e Manutenção na AGETOP.

Configuração das Cargas

As Cargas dos veículos são transmitidas ao pavimento pelos pneus.

Parâmetros físicos envolvidos:

- Carga por roda Simples: $P(t)$
- Carga por roda Dupla: $2 \cdot P(t)$
- Pressão de Enchimento dos Pneus: $q \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
- Pressão de Contato entre Pneu e Pavimento: $p \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$ - Considera-se $p = q$
- Área do Contato do Pneu no Pavimento: $A \text{ (cm}^2\text{)}$ - Verdadeira = Elíptica variável
Simplificação = Circular com: $A = P/2p$
- Raio da Área de Contato Circular: $R \text{ (cm)}$ - $R = (P / 2\pi p)^{1/2}$
- Afastamento entre pneus: $S \text{ (cm)}$ - entre 30 e 35 cm
- Tempo de Aplicação da Carga: $TW \text{ (s)}$ - Para $V=60 \text{ Km/h}$, $TW=0,01 \text{ s}$
- Frequência da Aplicação de Carga: $F \text{ (Hz)}$ - $F = 1 / TW$

Cargas Máximas Legais - Lei da Balança

São as cargas máximas permitidas para trânsito de veículos comerciais (caminhões), definidas pela Lei da Balança (original 5.105 de 21/09/66 do CNT - Código Nacional de Trânsito), depois alteradas pelo Decreto 62.127 de 16/10/68; modificada pelo Decreto 98.933 de 07/02/90 e fixada tolerância máxima de 5% pela Lei 7.408 de 25/01/85. Agora a carga máxima legal no Brasil foi regulamentada pelo Código de Trânsito Brasileiro na Lei 9.043 de 23/09/97 e pela Resolução 12 de 6/12/98 do CONTRAN.

Eixo	Carga Máxima Legal	Com Tolerância de 7,5 %
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6.45 t
Simples de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,43 t
Duplo de Tribus	13,5 t	

Os pavimentos serão dimensionados para Cargas Máximas Legais

Como curiosidade, são citados a seguir, como exemplos, os valores de cargas máximas adotados internacionalmente:

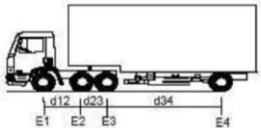
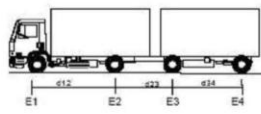
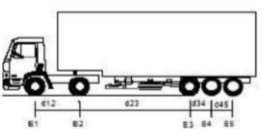
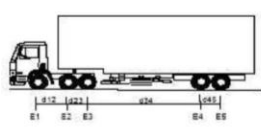
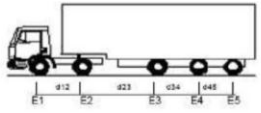
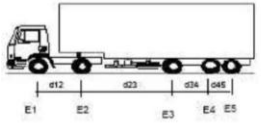
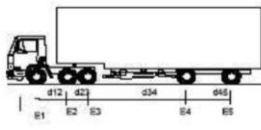
EUA(AASHTO):

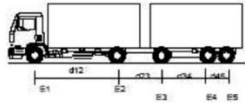
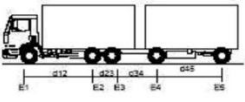
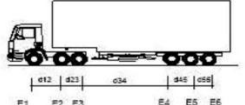
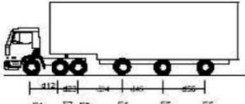
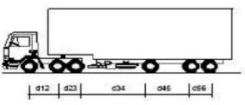
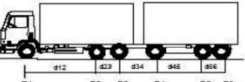
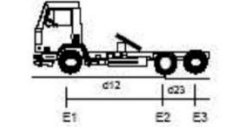
- EIXOS SIMPLES = 9,1 tf
- EIXOS DUPLOS TANDEM = 14,5 tf

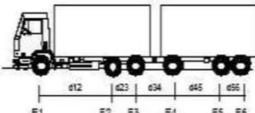
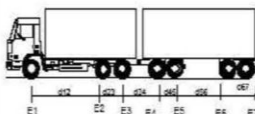
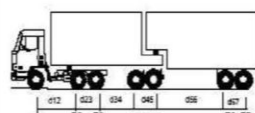
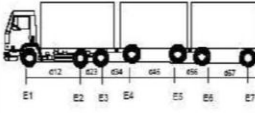
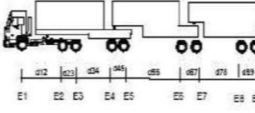
FRANÇA:

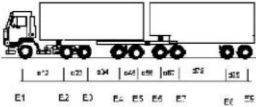
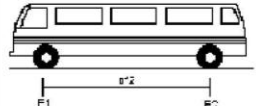
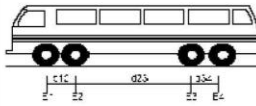
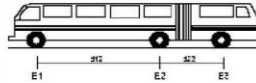
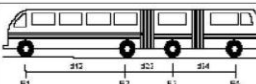
- EIXOS SIMPLES = 13 tf

A seguir é apresentada planilha com a classificação de veículos pela configuração dos eixos. Nesta planilha é apresentada a silhueta do veículo, o número de eixos, a carga máxima admissível, sua caracterização básica e a sua classe conforme adotado pelo DNIT.

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d34 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40	3S1
	4	36(37,8)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10m d12, d23, d34 > 2,40m	2C2
	5	41,5(43,6)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD CM10t E3E4E5 = TT, CM 25,5t d12, d23 > 2,40m 1,20m d34, d45 ≤ 2,40m	2S3
	5	40(42)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM17t E4E5 = TD, CM 17t d12, d34 > 2,40m 1,20m < d23, d45 ≤ 2,40m	3S2
	5	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34, d45 > 2,40m	2I3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2J3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I2

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	5	43(45,2)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2C3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C2
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5E6 = TT, CM 25,5t d12, d34, > 2,40m 1,20m < d23, d45, d56 ≤ 2,40m	3S3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45, d56 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3J3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3C3
	6	19,5(20,5)	CAMINHÃO TRATOR E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD(6 pneus), CM 13,5t 1,20m < d23 ≤ 2,40m A CMT do conjunto vai variar conforme a capacidade do semi-reboque, no mínimo 10 ton até, no máximo o limite legal de 4r ton.	X

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	6	50(52,5)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3D3
	7	57(59,9)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	57(59,9)	BI TREM ARTICULADO(caminhão trator trucado + dois semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	63(66,2)	TREMINHAO(caminhão trucado + dois reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t E7 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d56, d67 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3Q4
	9	74(77,7)	TRI TREM(caminhão trator trucado + três semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	9	74(77,7)	RODOTREM (caminhão trator trucado + dois semi reboques dom dolly) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6
	2	16(16,8)	ÔNIBUS E1 = ES, RS, CM 6t ou a capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ED, RD, CM 10t d12 ≤ 3,50m	2CB
	3	19,5(20,5)	ÔNIBUS TRUCADO E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t d12 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40m	3CB
	4	25,5(26,8)	ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais, carga máxima 12 ton E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t 1,20 < d34 ≤ 2,40m	4CB
	3	26(27,3)	ÔNIBUS URBANO ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t d12, d23 > 2,40m	2SB1
	4	36(37,8)	ÔNIBUS URBANO BI-ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34 > 2,40m	2IB2

METODOLOGIA ADOTADA NAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS

Classificação Adotada

As “Contagens Volumétricas e Classificatórias” foram realizadas por processo Semiautomático, sendo utilizados padrões próprios e apurando todos os movimentos de tráfego permitidos nos dois sentidos pesquisados.

Os veículos pesquisados foram classificados de acordo com a recomendação do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT.

Data, Período e Duração das Pesquisas de Campo

O período e a duração das “Contagens Volumétricas e Classificatórias” foram estabelecidos de maneira a permitir a caracterização nítida dos volumes, assim como o comportamento geral do tráfego da região de interesse direto do projeto.

As contagens foram realizadas no posto P-01 com duração de três dias e 24 horas por dia.

RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

O resultado diário e o resumo final das Contagens Volumétricas Classificatórias por Eixo estão apresentados a seguir nove quadros intitulados “Contagem Volumétrica e Classificatória de Veículos”, em sequência é apresentado o quadro “Resumo das Contagens Volumétricas Classificatórias de Veículos”, e por último é apresentado o quadro “Projeção do Tráfego e Cálculo do Número N”.

DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO

DETERMINAÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO (VMDA)

Ajuste Sazonal dos Fluxos

Para a correção de sazonalidade dos volumes de tráfego apurados nas pesquisas de campo, foram calculados os respectivos “Fatores de Correção”:

Fator de Expansão Diária - FD

Fator que corrige os volumes contados em n ($n < 24$) horas para a referência do dia de 24 horas.

O cálculo do “FD” é procedido aplicando-se, para cada movimento de tráfego, a expressão:

- $FD = \text{Volume de 24 horas do Posto} / \text{Volume de n horas do Posto}$

Para o presente estudo, não houve necessidade de utilização deste fator, uma vez que as pesquisas foram realizadas com duração de 24 horas. Desta forma foi adotado $FD = 1,000$.

Fator de Correção Semanal - FS

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o dia da semana do mês em que estas foram realizadas. Neste Projeto adotou-se os seguintes “Fatores de Correção Semanal”:

- $FS = 1,100$ (para moto, passeio e utilitários) e,
- $FS = 1,050$ (para coletivos e veículos de carga).

Fator de Correção Mensal - FM

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o mês em que estas foram realizadas. Por não se dispor de dados de Contagens Volumétricas Contínuas realizadas pela AGETOP, para o trecho em estudo foi adotado $FM = 1,015$ (para todos os tipos de veículo).

Fator de Expansão Anual - FA

Fator final que corrige o efeito da sazonalidade e permite a expansão dos dados obtidos, sendo o resultado do produto dos fatores FD, FS e FM. Este fator é chamado de FA e é expresso pela fórmula:

$$FA = FD \times FS \times FM$$

Os valores de “FA” constam dos quadros apresentados adiante, que mostram o “Resultado Diário” e o “Resumo da Contagem Volumétrica e Classificatória por Eixo” do posto de pesquisa instalado no trecho em estudo.

DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO FUTURO

Taxa de Crescimento do Tráfego

A projeção dos volumes de tráfego é feita com dois objetivos:

- Fornecer elementos para o dimensionamento do projeto;
- Fornecer os elementos para a análise da viabilidade econômica do investimento.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

RESULTADOS DAS PESQUISAS DE CAMPO

Resultados das Contagens Volumétricas e Classificatórias

Os resultados das contagens volumétricas corrigidos pelos fatores de sazonalidade, a estimativa de crescimento do tráfego de veículos e a determinação do Volume Médio Diário Anual de Tráfego – VMDA são apresentados a seguir no quadro “RESUMO DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS DE VEÍCULOS”.

As correções pelos fatores de sazonalidade, a estimativa de crescimento do tráfego de veículos e a determinação do Volume Médio Diário Anual de Tráfego – VMDA são apresentados a seguir no quadro “RESUMO DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS DE VEÍCULOS”.

*

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*																																						
RODOVIA:		GO-450		TRECHO: Piracanjuba / Cristianópolis																		POSTO:		DATA DA PESQUISA: 10/01/2013														
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																												TOTAL
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4	3D4	3Q4	3T6	3T6		
00:00	00:15																																					
00:15	00:30																																					
00:30	00:45																																					
00:45	01:00																																					
01:00	01:15																																					
01:15	01:30																																					
01:30	01:45																																					
01:45	02:00																																					
02:00	02:15																																					
02:15	02:30																																					
02:30	02:45																																					
02:45	03:00																																					
03:00	03:15																																					
03:15	03:30																																					
03:30	03:45																																					
03:45	04:00																																					
04:00	04:15																																					
04:15	04:30																																					
04:30	04:45																																					
04:45	05:00																																					
05:00	05:15																																					
05:15	05:30																																					
05:30	05:45								1																											1		
05:45	06:00																																					
06:00	06:15				1				1																											2		
06:15	06:30				1																															1		
06:30	06:45																						1													1		
06:45	07:00				1										1																					2		
07:00	07:15														2																					2		
07:15	07:30								1														1		1											3		
07:30	07:45									1																										1		
07:45	08:00								1						1									1	2											5		
08:00	08:15														2				1																	3		
08:15	08:30																		2				1		1											4		
08:30	08:45																		1																	1		
08:45	09:00														1										2											4		
09:00	09:15														1																					1		
09:15	09:30																		2				1		1											4		
09:30	09:45								1										2																	3		
09:45	10:00														1									1	1											3		
10:00	10:15																																					
10:15	10:30																						1		1											2		
10:30	10:45								1																											1		
10:45	11:00																	1							1											2		
11:00	11:15														1				1																	2		
11:15	11:30				1													1					1	1	1											6		
11:30	11:45								1	1																										2		
11:45	12:00				1										1									1												3		
12:00	12:15				1								1		1																					3		
12:15	12:30													1				1					1		1											4		
12:30	12:45																	1																		1		
12:45	13:00														1			1							1											3		

*

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*																																				
RODOVIA:		GO-450		TRECHO: Piracanjuba / Cristianópolis																POSTO:		DATA DA PESQUISA: 10/01/2013														
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																							TOTAL			
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4		3D4	3Q4	3T6
13:00	13:15										1																									1
13:15	13:30																																			3
13:30	13:45																																			2
13:45	14:00																																			3
14:00	14:15									1	1																									3
14:15	14:30									1																										3
14:30	14:45														1																					3
14:45	15:00											1																								4
15:00	15:15																																			
15:15	15:30																																			2
15:30	15:45														1																					1
15:45	16:00									1																										2
16:00	16:15										1																									2
16:15	16:30																																			3
16:30	16:45									1																										1
16:45	17:00				1																															2
17:00	17:15				1										1																					3
17:15	17:30																																			2
17:30	17:45																																			1
17:45	18:00				1										1																					4
18:00	18:15									1					1																					3
18:15	18:30										1																									3
18:30	18:45									1																										1
18:45	19:00																																			
19:00	19:15																																			
19:15	19:30										1				1																					2
19:30	19:45									1																										1
19:45	20:00									1																										1
20:00	20:15																																			
20:15	20:30																																			
20:30	20:45									1																										1
20:45	21:00																																			
21:00	21:15																																			
21:15	21:30																																			
21:30	21:45																																			
21:45	22:00																																			
22:00	22:15																																			
22:15	22:30																																			
22:30	22:45																																			
22:45	23:00																																			
23:00	23:15																																			
23:15	23:30																																			
23:30	23:45																																			
23:45	00:00																																			
TOTAL		0	0	0	9	0	0	0	0	16	9	2	1	1	18	0	0	0	27	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
PERÍDO DA CONTAGEM: 00:00 AS 24:00		COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DE TRÁFEGO																																		
		VEÍCULO		MOTO		PASS. + UTILIT.		COLETIVO		CARGA		TOTAL																								
		VOLUME		0		0		9		118		127																								
		(%)		0,00		0,00		7,09		92,91		100,00																								

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*																																				
RODOVIA:		GO-450		TRECHO: Piracanjuba / Cristianópolis																		POSTO:		DATA DA PESQUISA: 11/01/2013												
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																								TOTAL		
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4	3D4		3Q4	3T6
00:00	00:15																																			
00:15	00:30																																			
00:30	00:45																																			
00:45	01:00																																			
01:00	01:15																																			
01:15	01:30																																			
01:30	01:45																																			
01:45	02:00																																			
02:00	02:15																																			
02:15	02:30																																			
02:30	02:45																																			
02:45	03:00																																			
03:00	03:15																																			
03:15	03:30																																			
03:30	03:45																																			
03:45	04:00																																			
04:00	04:15																																			
04:15	04:30																																			
04:30	04:45																																			
04:45	05:00																																			
05:00	05:15																																			
05:15	05:30																																			
05:30	05:45																																			
05:45	06:00									1																										1
06:00	06:15									1															1											2
06:15	06:30					2																														2
06:30	06:45																																			
06:45	07:00					1									1								1		1											4
07:00	07:15									1	1				1																					3
07:15	07:30									1	1				1										1	2										6
07:30	07:45														1																					1
07:45	08:00									1					2								1		1											5
08:00	08:15														1																					2
08:15	08:30												1													2										4
08:30	08:45																																			1
08:45	09:00																						1		1											3
09:00	09:15																																			1
09:15	09:30										1														1	1										4
09:30	09:45																																			1
09:45	10:00										1												1		1											4
10:00	10:15																																			
10:15	10:30														1											1										2
10:30	10:45									1		1			1																					3
10:45	11:00														1								1	1	1											5
11:00	11:15														1																					2
11:15	11:30					1									1											1										4
11:30	11:45									1	1																									2
11:45	12:00					2																	1		1											4
12:00	12:15																																			
12:15	12:30																									1										2
12:30	12:45																																			1

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*																																				
RODOVIA:		GO-450		TRECHO: Piracanjuba / Cristianópolis																	POSTO:		DATA DA PESQUISA: 11/01/2013													
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																										TOTAL
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4	3D4	3Q4	3T6	
12:45	13:00														1										1	1										3
13:00	13:15										1													1											2	
13:15	13:30																								2										2	
13:30	13:45												1						1																2	
13:45	14:00																		2						2										4	
14:00	14:15									1	1								1				1		2										4	
14:15	14:30									1														1		1									2	
14:30	14:45																		1																1	
14:45	15:00																		2				1		1										4	
15:00	15:15																																			
15:15	15:30																								1										1	
15:30	15:45											1			1																				2	
15:45	16:00									1					1							1		1											4	
16:00	16:15										1								1																2	
16:15	16:30																		1						1										2	
16:30	16:45									1																									1	
16:45	17:00				1																	1		1											3	
17:00	17:15				1										1				1																3	
17:15	17:30																								1										1	
17:30	17:45																		2																2	
17:45	18:00				1										1				2				1		1										6	
18:00	18:15									1																									1	
18:15	18:30									1																									1	
18:30	18:45									1																									1	
18:45	19:00																		1																1	
19:00	19:15																																			
19:15	19:30										1																								1	
19:30	19:45									1																									1	
19:45	20:00									1																									1	
20:00	20:15																																			
20:15	20:30																																			
20:30	20:45									1																									1	
20:45	21:00																																			
21:00	21:15																																			
21:15	21:30																																			
21:30	21:45																																			
21:45	22:00																																			
22:00	22:15																																			
22:15	22:30																																			
22:30	22:45																																			
22:45	23:00																																			
23:00	23:15																																			
23:15	23:30																																			
23:30	23:45																																			
23:45	00:00																																			
TOTAL		0	0	0	9	0	0	0	0	17	9	2	1	1	17	0	0	0	28	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	128	
PERÍDO DA CONTAGEM: 00:00 AS 24:00		COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DE TRÁFEGO																																		
		VEÍCULO		MOTO			PASS. + UTILIT.			COLETIVO			CARGA			TOTAL																				
		VOLUME		0			0			9			119			128																				
		(%)		0,00			0,00			7,03			92,97			100,00																				

*

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*																																			
RODOVIA: GO-450				TRECHO: Piracanjuba / Crisitanópolis														POSTO:		DATA DA PESQUISA: 12/01/2013															
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																							TOTAL		
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4		3D4	3Q4
00:00	00:15																																		
00:15	00:30																																		
00:30	00:45																																		
00:45	01:00																																		
01:00	01:15																																		
01:15	01:30																																		
01:30	01:45																																		
01:45	02:00																																		
02:00	02:15																																		
02:15	02:30																																		
02:30	02:45																																		
02:45	03:00																																		
03:00	03:15																																		
03:15	03:30																																		
03:30	03:45																																		
03:45	04:00																																		
04:00	04:15																																		
04:15	04:30																																		
04:30	04:45																																		
04:45	05:00																																		
05:00	05:15																																		
05:15	05:30																																		
05:30	05:45																																		
05:45	06:00									1																									1
06:00	06:15				1					2																									3
06:15	06:30				1																			1											2
06:30	06:45																																		
06:45	07:00				1										2																				3
07:00	07:15									1	1				1								1			1									5
07:15	07:30									1					2																				3
07:30	07:45														1									1	2										4
07:45	08:00																						2												2
08:00	08:15										1				2									1		1									5
08:15	08:30																						1												1
08:30	08:45												1										2			2									5
08:45	09:00										1												1												2
09:00	09:15										1													1		1									3
09:15	09:30												1																						1
09:30	09:45										1														1	1									4
09:45	10:00									1																1		1							2
10:00	10:15									1																1		1							4
10:15	10:30									1					1																				2
10:30	10:45									1					2												1								4
10:45	11:00										1				2																				3
11:00	11:15										1													1	1	1									6
11:15	11:30				1																														2
11:30	11:45									1																	1								2
11:45	12:00				1																														1
12:00	12:15														1										1		1								4
12:15	12:30				1																														2
12:30	12:45																									1									1
12:45	13:00																																		
13:00	13:15											1														1	1								3

*

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE VEÍCULOS*																																				
RODOVIA: GO-450				TRECHO: Piracanjuba / Crisitanópolis														POSTO:										DATA DA PESQUISA: 12/01/2013								
HORÁRIO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																								TOTAL		
					2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2J3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3J3	3C3	X	3D3	3D4	3D4		3Q4	3T6
13:15	13:30																							1											1	
13:30	13:45										2								2							2									6	
13:45	14:00													1					1																2	
14:00	14:15									1					1				2							2									6	
14:15	14:30																		2					1											2	
14:30	14:45																							1											1	
14:45	15:00									1																1									1	
15:00	15:15																						1		1										2	
15:15	15:30																																			
15:30	15:45																									1									1	
15:45	16:00									1					1				1																3	
16:00	16:15									1									1				1		1										4	
16:15	16:30														1				1																2	
16:30	16:45														1											1									2	
16:45	17:00				1					1	1								2																5	
17:00	17:15				1						1				1				1				1		1										6	
17:15	17:30				1						1				1																				3	
17:30	17:45														1				2							1									4	
17:45	18:00				1														2																3	
18:00	18:15										1				1								1		1										4	
18:15	18:30									1	1				1																				3	
18:30	18:45									1																										1
18:45	19:00									1																										1
19:00	19:15																																			
19:15	19:30																																			
19:30	19:45																																			
19:45	20:00																																			
20:00	20:15																																			
20:15	20:30																																			
20:30	20:45																																			
20:45	21:00																																			
21:00	21:15																																			
21:15	21:30																																			
21:30	21:45																																			
21:45	22:00																																			
22:00	22:15																																			
22:15	22:30																																			
22:30	22:45																																			
22:45	23:00																																			
23:00	23:15																																			
23:15	23:30																																			
23:30	23:45																																			
23:45	00:00																																			
TOTAL		0	0	0	10	0	0	0	0	18	14	1	1	1	24	0	0	0	30	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
PERÍDO DA CONTAGEM: 00:00 AS 24:00		COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DE TRÁFEGO																																		
		VEÍCULO		MOTO		PASS. + UTILIT.		COLETIVO		CARGA		TOTAL																								
		VOLUME		0		0		10		133		143																								
		(%)		0,00		0,00		6,99		93,01		100,00																								

,

RESUMO DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS DE VEÍCULOS																																			
RODOVIA: GO-450				TRECHO: Piracanjuba / Cristianópolis														POSTO:										DATA DA PESQUISA: 12/1/2013							
DATA/FATOR	MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																								TOTAL		
				2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2I3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3I3	3C3	X	3D3	3D4	3D4		3Q4	3T6
12/1/2013	0	0	0	9	0	0	0	0	16	9	2	1	1	18	0	0	0	27	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
FD	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	-	
FM	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	-	
FA	1,117	1,117	1,117	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	-	
10/30/2012	0	0	0	9	0	0	0	0	17	9	2	1	1	17	0	0	0	28	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
FD	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	-	
FM	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	-	
FA	1,117	1,117	1,117	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	-	
10/31/2012	0	0	0	10	0	0	0	0	18	14	1	1	1	24	0	0	0	30	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
FD	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	
FS	1,100	1,100	1,100	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	-	
FM	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015	-	
FA	1,117	1,117	1,117	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066	-	
RESULTADO DAS PESQUISAS DE CAMPO (DURAÇÃO DE 24:00 HORAS) - TRÁFEGO EXISTENTE																																			
12/1/2013	0	0	0	9	0	0	0	0	16	9	2	1	1	18	0	0	0	27	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
10/30/2012	0	0	0	9	0	0	0	0	17	9	2	1	1	17	0	0	0	28	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
10/31/2012	0	0	0	10	0	0	0	0	18	14	1	1	1	24	0	0	0	30	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
TOTAL	0	0	0	28	0	0	0	0	51	32	5	3	3	59	0	0	0	85	0	0	0	0	36	15	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	398
MÉDIA	0	0	0	9	0	0	0	0	17	11	2	1	1	20	0	0	0	28	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133
RESUMO FINAL APÓS A CORREÇÃO DOS DADOS "VMDA" (FA=FDxFSxFM) - TRÁFEGO EXISTENTE																																			
12/1/2013	0	0	0	9	0	0	0	0	16	9	2	1	1	18	0	0	0	27	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
10/30/2012	0	0	0	9	0	0	0	0	18	9	2	1	1	18	0	0	0	29	0	0	0	0	13	5	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
10/31/2012	0	0	0	10	0	0	0	0	18	14	1	1	1	24	0	0	0	30	0	0	0	0	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145
TOTAL VMDAT	0	0	0	29	0	0	0	0	52	33	5	3	3	60	0	0	0	87	0	0	0	0	37	15	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407
VMDA	0	0	0	10	0	0	0	0	17	11	2	1	1	20	0	0	0	29	0	0	0	0	12	5	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
TRÁFEGO GERADO																																			
VMDA																																44	44		88
TRÁFEGO INDUZIDO																																			
VMDA																																		0	
TRÁFEGO TOTAL																																			
VMDA	0	0	0	10	0	0	0	0	17	11	2	1	1	20	0	0	0	29	0	0	0	0	12	5	28	0	0	0	0	0	0	44	44	0	224
COMPOSIÇÃO FINAL DO "VMDA"																																			
(%)	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	8,0	1,3	0,8	0,8	14,8	0,0	0,0	0,0	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	3,8	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

3.5 - DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

GENERALIDADES

Numa rodovia trafegam vários tipos de veículos diferentes com cargas variadas em cada eixo (2 tf, 4 tf, 6 tf, ..., 35 tf). Nos primeiros métodos de dimensionamento (IG e CBR) a espessura do pavimento era dada em função dos valores de CBR do subleito e da carga, mas como as cargas são extremamente variáveis, foi preciso Introduzir um eixo padrão rodoviário.

O **USACE** (*US ARMY CORPS OF ENGINEERS*), a **AASHTO** (*AMERICAN ASSOCIATION OF STANDARD HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS*) e o **“THE ASPHALT INSTITUTE”** adotaram o seguinte padrão:

- Eixo Simples de Rodas Duplas:
 - Carga por eixo: $p = 18 \text{ kips} = 18.000 \text{ lb} = 8.165 \text{ kgf} = 8,2 \text{ tf} = 80 \text{ kn}$
 - Carga por roda: $p / 4 = 4,5 \text{ kips} = 4.500 \text{ lb} = 2.041 \text{ kgf} = 2,04 \text{ tf}$
 - Pressão de enchimento dos pneus: $p = 4,92 \text{ kgf/cm}^2$
 - Pressão de contato pneu / pavimento: $q = p = 4,92 \text{ kgf/cm}^2$
 - Raio da área de contato pneu / pavimento: $R = 11,5 \text{ cm}$
 - Afastamento entre pneus por roda: $S = 34,3 \text{ cm}$

A intenção deste estudo é trazer todos os valores dos diversos tipos de eixos para um valor padrão comum, o eixo padrão de 8,2 tf. Ao Número Equivalente de Operações do Eixo Padrão durante o período de Projeto é dado o nome de “N”.

Os Números “N” de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, para um Ano qualquer, são calculados pela expressão (Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT/1996 desenvolvida pelo Engº. Murillo Lopes de Souza):

$$N = 365 \times VMDA \times FD \times FR \times FV$$

Onde:

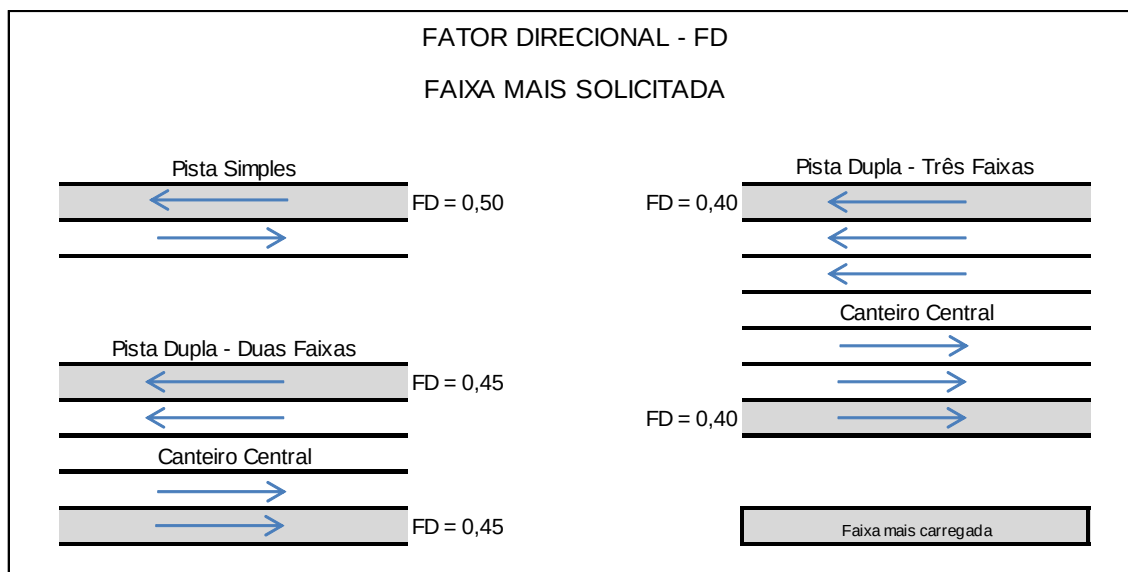
VMDA = Volume Médio Diário Anual de tráfego na rodovia, considerando os veículos comerciais (ônibus e caminhões)

FD = Fator Direcional (dependente do número de pistas e de faixas)

Os Números “N” são calculados para a faixa de tráfego mais solicitada das Vias (onde trafegam os Veículos Comerciais). As faixas mais solicitadas podem ser obtidas nas Pesquisas de Tráfego e o DNIT recomenda os seguintes fatores:

FATOR DIRECIONAL - FD			
Número de Faixas	2 Faixas	4 Faixas	6 ou mais
Fator Direcional FD	0,5	0,35 a 0,48	0,25 a 0,48

Podem ser adotados, para os Veículos Comerciais (Ônibus e Caminhões) os seguintes valores:



✓ Valor adotado - FD = 0,5

FR = Fator Climático Regional;

O Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNIT, de 1966, e revisão de 1971, recomendavam empregar:

FATOR CLIMÁTICO REGIONAL - FR			
Pluviometria Anual	< 800 mm	800 a 1500 mm	> 1500 mm
Fator FR	1,0	1,4	1,8

Ou seja, para regiões com chuvas intensas, aumenta-se o Número “N” em 80 %, obtém-se maior espessura para o pavimento.

Como espessura maior não dá ao pavimento resistência ao efeito das águas e como no dimensionamento adota-se ISC para ensaios após imersão em água por quatro dias, a Consultora adota:

✓ Valor adotado - FR = 1,0.

FV = Fator de Veículos da Frota Comercial;

Para o cálculo dos Fatores de Veículo - FV foram considerados:

- Os “Fatores Equivalentes Operacionais - FEO”, para cada tipo de eixo, foram calculados adotando-se as fórmulas preconizadas pelas metodologias do “USACE” e da “AASHTO”.

Quadro de Fórmulas - USACE e AASHTO

Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (USACE) - Fórmulas		
Tipos de eixos	Peso (tf)	Fórmulas
Eixo dianteiro simples, de rodagem simples ou dupla	$0 < P < 8$	$FEO = 2,0782 * 10^{-4} * P^{4,0175}$
	$P \geq 8$	$FEO = 1,8320 * 10^{-6} * P^{6,2542}$
Eixo traseiro Tandem duplo, de rodagem dupla	$0 < P < 11$	$FEO = 1,5920 * 10^{-4} * P^{3,4720}$
	$P \geq 11$	$FEO = 1,5280 * 10^{-6} * P^{5,4840}$
Eixo traseiro Tandem triplo, de rodagem dupla	$0 < P < 18$	$FEO = 8,0359 * 10^{-5} * P^{3,3549}$
	$P \geq 18$	$FEO = 1,3229 * 10^{-7} * P^{5,5789}$

Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (AASHTO) - Fórmulas	
Tipos de eixos	Fórmulas
Eixo dianteiro simples, de rodagem simples	$FEO = (P / 7,77)^{4,32}$
Eixo dianteiro simples, de rodagem dupla	$FEO = (P / 8,17)^{4,32}$
Eixo traseiro Tandem duplo, de rodagem dupla	$FEO = (P / 15,08)^{4,14}$
Eixo traseiro Tandem triplo, de rodagem dupla	$FEO = (P / 22,95)^{4,22}$

Como não estão disponíveis os dados de pesagem para a frequência de cargas, relativos ao trecho em estudo, os valores dos Fatores de Veículo Individuais - FVI foram determinados considerando-se 100% da frota de veículos de carga trafegando nos limites máximos de peso permitidos pela Lei da Balança (Lei Federal 7.408 de 25/11/85), sem a tolerância de 7,5% (Resolução 104/99 de 21/12/1999 do CONTRAN), respeitando-se o limite máximo de 5,0% para o Peso Bruto Total - PBT de cada veículo (Resolução 258 de 30/11/2007 do CONTRAN).

Os pesos máximos admitidos pela Lei da Balança, sem tolerância, são os apresentados nas DEFINIÇÕES DE PROJETO, para cada tipo de eixo.

O “Cálculo dos Fatores de Veículos Individuais e Finais - Metodologias da USACE e da AASHTO” é apresentado para a condição de carregamento adotada para o trecho em estudo.

- Projeção do “VMDA” e do Número “N”

A projeção do “VMDA” foi obtida pela aplicação da fórmula de crescimento geométrico.

$$VMDA_n = VMDA_0 \times (1 + i)^n$$

Onde os parâmetros intervenientes são:

VMDA₀ = Volume de tráfego inicial;

$VMDA_n$ = Volume de tráfego no ano “n”;

Onde:

i = Taxa de crescimento geométrico médio anual e,

n = Número de anos do Período de Projeto.

Foram consideradas as seguintes condições para a determinação dos parâmetros intervenientes:

Ano de abertura da rodovia ao tráfego após a conclusão dos melhoramentos previstos: 2013;

Período de Projeto: 10 anos; e,

Ano final de vida útil: 2022.

Os Fatores de Veículos - FV finais obtidos foram:

- ✓ FVUSACE = 30,550;
- ✓ FVAASHTO = 11,683.

A Projeção do Número “N” foi efetuada considerando-se a projeção do “VMDA” e os fatores intervenientes (FP, FR e FV), conforme descrito.

A Projeção do “VMDA” e do Número “N” para o trecho em estudo está apresentada, a seguir no quadro PROJEÇÃO DO TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO “N”.

Foram encontrados valores de Número N de $1,56 \times 10^7$ pelo método USACE e $3,14 \times 10^7$ pelo método da AASHTO.

O valor de Número “N” adotado para os cálculos no Projeto de Pavimentação foi $3,14 \times 10^7$.

PROJEÇÃO DO TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO "N"																																													
VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL																																						TOTAL		TRÁFEGO COMERCIAL		NÚMERO "N"			
ANO		MOTO	PAS-SEIO	UTILI-TÁRIO	TRÁFEGO COMERCIAL																																								
					ÔNIBUS					VEÍCULOS DE CARGA																							ANUAL	ACUMU-LADO	USACE		AASHTO								
2CB	3CB	4CB	2SB1	2IB2	2C	3C	2S1	4C	4CD	2S2	2I2	3S1	2C2	2S3	3S2	2I3	2I3	3I2	2C3	3C2	3S3	3I3	3I3	3C3	X	3D3	3D4	3D4	3Q4	3T6	3T6	ANUAL	ACUMU-LADO	ANUAL	ACUMU-LADO	ANUAL	ACUMU-LADO								
2010	-	0	0	0	10	0	0	0	0	17	11	2	1	1	20	0	0	0	29	0	0	0	0	12	5	28	0	0	0	0	0	0	44	44	0	224	224	-	-	-	-				
2011	-	0	0	0	10	0	0	0	0	18	11	2	1	1	21	0	0	0	30	0	0	0	0	13	5	28	0	0	0	0	0	0	45	45	0	230	230	-	-	-	-				
2012	-	0	0	0	10	0	0	0	0	18	12	2	1	1	21	0	0	0	31	0	0	0	0	13	5	29	0	0	0	0	0	0	47	47	0	237	237	-	-	-	-				
2013	1º	0	0	0	10	0	0	0	0	19	12	2	1	1	22	0	0	0	32	0	0	0	0	13	6	30	0	0	0	0	0	0	48	48	0	244	244	244	1,36E+06	1,36E+06	5,21E+05	5,21E+05			
2014	2º	0	0	0	11	0	0	0	0	20	12	2	1	1	23	0	0	0	33	0	0	0	0	14	6	31	0	0	0	0	0	0	50	50	0	252	252	496	1,40E+06	2,76E+06	1,06E+06	1,58E+06			
2015	3º	0	0	0	11	0	0	0	0	20	13	2	1	1	23	0	0	0	34	0	0	0	0	14	6	32	0	0	0	0	0	0	51	51	0	259	259	755	1,44E+06	4,21E+06	1,61E+06	3,19E+06			
2016	4º	0	0	0	11	0	0	0	0	21	13	2	1	1	24	0	0	0	35	0	0	0	0	15	6	33	0	0	0	0	0	0	53	53	0	267	267	1.022	1,49E+06	5,70E+06	2,18E+06	5,37E+06			
2017	5º	0	0	0	12	0	0	0	0	21	13	2	1	1	25	0	0	0	36	0	0	0	0	15	6	34	0	0	0	0	0	0	54	54	0	275	275	1.297	1,53E+06	7,23E+06	2,76E+06	8,13E+06			
2018	6º	0	0	0	12	0	0	0	0	22	14	2	1	1	25	0	0	0	37	0	0	0	0	16	6	35	0	0	0	0	0	0	56	56	0	283	283	1.580	1,58E+06	8,81E+06	3,37E+06	1,15E+07			
2019	7º	0	0	0	12	0	0	0	0	23	14	2	1	1	26	0	0	0	38	0	0	0	0	16	7	36	0	0	0	0	0	0	57	57	0	292	292	1.871	1,63E+06	1,04E+07	3,99E+06	1,55E+07			
2020	8º	0	0	0	13	0	0	0	0	23	15	2	1	1	27	0	0	0	39	0	0	0	0	16	7	37	0	0	0	0	0	0	59	59	0	300	300	2.172	1,67E+06	1,21E+07	4,63E+06	2,01E+07			
2021	9º	0	0	0	13	0	0	0	0	24	15	2	1	1	28	0	0	0	40	0	0	0	0	17	7	38	0	0	0	0	0	0	61	61	0	309	309	2.481	1,73E+06	1,38E+07	5,29E+06	2,54E+07			
2022	10º	0	0	0	14	0	0	0	0	25	16	2	1	1	29	0	0	0	41	0	0	0	0	17	7	39	0	0	0	0	0	0	63	63	0	319	319	2.800	1,78E+06	1,56E+07	5,97E+06	3,14E+07			
TOTAL (2013 - 2022)		0	0	0	119	0	0	0	0	218	136	21	13	13	251	0	0	0	363	0	0	0	0	154	64	346	0	0	0	0	0	0	551	551	0	2.800	1.698	-	1,56E+07		3,14E+07				
Composição VMDA Tráfego Total (%)		0,00	0,00	0,00	4,27	0,00	0,00	0,00	0,00	7,77	4,87	0,76	0,46	0,46	8,98	0,00	0,00	0,00	12,95	0,00	0,00	0,00	0,00	5,49	2,29	12,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,69	19,69	0,00	100,00	-	-	Parâmetros adotados no cálculo do número N						
Composição VMDA Tráfego Com. P (%)		-	-	-	7,03	0,00	0,00	0,00	0,00	12,82	8,03	1,26	0,75	0,75	14,81	0,00	0,00	0,00	21,36	0,00	0,00	0,00	0,00	9,05	3,77	20,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,47	32,47	0,00	100,00	-	-							
Fator de Veículo Individual - Fvi USACE				Vazio	0,011	0,016	0,049	0,022	0,032	0,011	0,057	0,032	0,056	0,090	0,078	0,043	0,067	0,032	0,067	0,113	0,043	0,078	0,078	0,078	0,078	0,113	0,089	0,123	0,123	0,016	0,123	0,169	0,169	0,099	0,225	0,225	% de Veículos Carregados		100	FATOR DE PISTA FP		0,5			
				Carreg.	3,424	2,550	12,703	6,714	10,003	3,424	8,684	10,003	9,435	18,837	15,263	13,293	11,973	10,003	12,724	17,232	13,293	15,263	15,263	15,263	17,983	18,552	20,522	20,522	2,550	20,522	25,781	25,781	21,841	34,330	34,330	FATOR CLIMÁTICO FR				1					
Fator de Veículo Individual - Fvi AASHTO				Vazio	0,063	0,020	0,115	0,120	0,177	0,063	0,043	0,177	0,039	0,137	0,157	0,233	0,100	0,177	0,096	0,080	0,233	0,157	0,157	0,157	0,076	0,214	0,137	0,137	0,020	0,137	0,117	0,117	0,270	0,154	0,154	% de Veículos Vazios		0	PERÍODO DE PROJETO (ANOS)		10				
				Carreg.	3,302	0,960	5,896	6,276	9,250	3,302	1,970	9,250	1,887	6,906	7,918	12,224	4,944	9,250	4,862	3,612	12,224	7,918	7,918	7,918	7,918	3,530	10,893	6,586	6,586	0,960	6,586	5,255	5,255	13,867	6,897				6,897	TAXA DE CRESC. ANUAL (%)		3			
Fator de Veículo da Frota - FV = P x Fvi				USACE	0,241	0,000	0,000	0,000	0,000	0,439	0,698	0,126	0,071	0,142	2,260	0,000	0,000	0,000	2,718	0,000	0,000	0,000	0,000	1,381	0,575	3,661	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,092	11,147	0,000	ANO DE		2013		FV Frota USACE		30,550		
				AASHTO	0,232	0,000	0,000	0,000	0,000	0,423	0,158	0,116	0,014	0,052	1,173	0,000	0,000	0,000	1,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,716	0,298	0,718	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,502	2,239	0,000	ANO FINAL		2022		FV Frota AASHTO		11,683	
Eixos Dianteiros e Cargas		Simples				6	6		6	6	6	6		6	6	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1 - Ônibus simples 2 - Ônibus trucado 3 - Ônibus duplo direcional trucado 4 - Ônibus urbano articulado 5 - Ônibus urbano bi-articulado 6 - Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque) 7 - Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque) 8 - Bi trem articulado (caminhão trator trucado + dois semi reboques) 9 - Treminhão (caminhão trucado + dois reboques) 10 - Tri trem (caminhão trator trucado + três semi reboques) 11 - Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques dom							
											10			10	10			10		10	10																								
		Duplo						12																																					
					Tandem duplo													17			17			17	17	17		13,5			17		17	17											
Eixos Traseiros e Cargas		Simples						10			10	10	10		10			10	10	10	10	10	10		10	10	10		10			10													
								10	10			10			10			10	10	10		10								10															
									10							10			10			10											10												
																																	10												
		Tandem Duplo			13,5	13,5				17			17	17					17		17		17	17		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17					17	17	17	
																														17			17	17	17	17									
																														17			17	17	17	17									
Tandem Triplo																																													
Observações					1	2	3	4	5																		6	7	8	9	10	11													

3.6 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

GENERALIDADES

Os Estudos Geotécnicos foram desenvolvidos objetivando fornecer elementos para os Projetos de Pavimentação, Drenagem e Terraplenagem.

Os estudos consistiram de coletas de informações de projetos elaborados anteriormente para subsidiar as pesquisas de campo, complementadas por sondagens, coletas de amostras, ensaios de laboratório, análise dos resultados obtidos e recomendações para os projetos.

3.7 – PROJETO GEOMÉTRICO

INTRODUÇÃO

O Projeto Geométrico foi elaborado com base nos levantamentos topográficos, Estudos Hidrológicos, Geológicos e Geotécnicos, tendo em vista o atendimento dos parâmetros básicos para projeto de rodovias.

Consistiu da representação do projeto detalhado sobre a faixa topográfica levantada, abrangendo:

- Planimetria da pista existente;
- Greide projetado;
- Lançamento em planta e perfil das obras de arte existentes e projetadas;
- Seções transversais em tangente e curva.

METODOLOGIA E PARÂMETROS ADOTADOS

As atividades foram realizadas de acordo com a fiscalização da AGETOP e o especificado nas Instruções de Serviço para Projeto Geométrico do DNIT.

Para a elaboração deste projeto foram utilizados, entre outros, os seguintes elementos:

- Elementos oriundos dos serviços de campo (locação, nivelamento, seções transversais do terreno, etc.), após a definição da diretriz final;
- Normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem da AGETOP e do DNIT;
- Instruções para Superlargura e Superelevação em Projetos Rodoviários – DNIT;
- Sugestões da Fiscalização da AGETOP e;
- Observações locais.

APRESENTAÇÃO

O Projeto Geométrico é apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução** em formato padrão A3.

ELEMENTOS DO PROJETO

As notas de serviço com os valores das cotas de terraplenagem do eixo do projeto e dos bordos e os valores das inclinações transversais são apresentados no **Volume 3C – Notas de Serviços e Cálculo de Volumes**.

3.8 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem objetivou a definição das escavações e aterros necessários à implantação do trecho e foi elaborado de acordo com os elementos fornecidos pelos Estudos Topográficos e definições do Projeto Geométrico, além das recomendações dos Estudos Geotécnicos.

METODOLOGIA APLICADA

A geometria dos taludes foi definida com base nos estudos geológicos, em função dos materiais decorrentes e da observação dos taludes implantados, tendo sido adotados:

- Taludes de Cortes:
 - Inclinação: 1:1 (H/V);
 - Banquetas a cada 8,00 m de altura, com largura de 3,00 m.
- Taludes de Aterros:
 - Inclinação: 3:2 (H/V);
 - Banquetas a cada 10,00 m de altura, com largura de 3,00 m.

Os estudos geotécnicos forneceram indicações sobre a qualidade geotécnica, classificação (1ª, 2ª e 3ª categorias) e destinação dos materiais escavados.

CÁLCULO DE VOLUMES E NOTAS DE SERVIÇO

Os volumes e notas de serviço foram calculados por microcomputação e manualmente, e, forneceram todos os elementos necessários à configuração geométrica da rodovia e os quantitativos necessários à sua execução.

Os dados de entrada para a execução do cálculo de volumes foram:

- Cotas do eixo de projetos;
- Elementos do alinhamento (projeto em planta);
- Elementos do projeto vertical (greide projetado);
- Elementos planimétricos da seção transversal do projeto;
- Inclinação dos taludes de corte e aterro; e
- Classificação dos materiais.

Os volumes escavados foram majorados em 30%, com vistas a suprir diferenças de densidades entre o material a escavar e a compactar, conforme citado no item 3.5.6.

APRESENTAÇÃO

O Projeto de Terraplenagem é apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, compreendendo:

- Offsets lançados nas pranchas dos projetos geométricos e de interseções;
- Seções transversais-tipo de terraplenagem;
- Planilhas de distribuição de materiais;
- Resumo geral da distribuição de materiais.

3.9 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

INTRODUÇÃO

O Projeto de Pavimentação visa à definição e o detalhamento de uma estrutura que possa, economicamente, suportar as solicitações impostas pelo tráfego, em condições de conforto e segurança para usuário, num período de projeto de 10 anos.

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

O pavimento foi dimensionado pelo “Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis” de autoria do Eng.º Murilo Lopes de Souza (DER/1966), equalizado pela ENGENHO PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA.

CÁLCULO DE ESPESSURAS EQUIVALENTES

Método de Murilo Lopes de Souza Equalizado pela ENGENHO PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA.

CBR	Cálculo de H (cm) - calculado negativo para inclusão no ábaco										
	N = 10 ^(K-1) --- x										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	-5	-8,0073402	-11,01468	-14,022021	-17,029361	-20,036701	-23,044041	-26,051382	-29,058722	-32,066062	-35,073402
15	-5	-8,633016	-12,266032	-15,899048	-19,532064	-23,16508	-26,798096	-30,431112	-34,064128	-37,697144	-41,33016
12	-5	-9,2066579	-13,413316	-17,619974	-21,826631	-26,033289	-30,239947	-34,446605	-38,653263	-42,859921	-47,066579
10	-5	-9,7419751	-14,48395	-19,225925	-23,9679	-28,709876	-33,451851	-38,193826	-42,935801	-47,677776	-52,419751
8	-5	-10,490718	-15,981436	-21,472154	-26,962872	-32,453591	-37,944309	-43,435027	-48,925745	-54,416463	-59,907181
7	-5	-10,994181	-16,988362	-22,982543	-28,976724	-34,970905	-40,965086	-46,959267	-52,953449	-58,94763	-64,941811
6	-5	-11,63306	-18,266119	-24,899179	-31,532238	-38,165298	-44,798358	-51,431417	-58,064477	-64,697536	-71,330596
5	-5	-12,477148	-19,954296	-27,431444	-34,908592	-42,38574	-49,862888	-57,340036	-64,817184	-72,294332	-79,77148
4	-5	-13,657766	-22,315532	-30,973299	-39,631065	-48,288831	-56,946597	-65,604364	-74,26213	-82,919896	-91,577662
3	-5	-15,459011	-25,918021	-36,377032	-46,836043	-57,295053	-67,754064	-78,213075	-88,672085	-99,131096	-109,59011
2	-5	-18,651569	-32,303138	-45,954706	-59,606275	-73,257844	-86,909413	-100,56098	-114,21255	-127,86412	-141,51569
Calibrador											

a) Cálculo do Número “N”

O cálculo do Número “N” de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, foi elaborado conforme descrito no Capítulo de Estudos de Tráfego, tendo-se chegado ao número “N” de $3,14 \times 10^7$, a ser utilizado no dimensionamento do pavimento.

b) ISC do Subleito

O ISC do subleito foi definido no âmbito dos estudos Geotécnicos, a partir das análises dos valores de ISC do subleito, e das considerações quanto à indicação dos materiais a serem utilizados na terraplenagem. Conforme descrito no capítulo de Estudos Geotécnicos o valor do ISC considerado no dimensionamento do pavimento foi de 7%.

c) Concepção das Camadas e Coeficientes de Equivalência Estrutural

Previamente à execução do dimensionamento, foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e estipulados os seus coeficientes de equivalência estrutural (K) sendo:

Tipo de Material	K
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,0
Base ou Revestimento Pré-misturado a Quente de Graduação Densa	1,7
Base ou Revestimento Pré-misturado a Frio de Graduação Densa	1,4
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,2
Camadas Granulares	1,0
Solo-cimento com resistência aos 7 dias superior a 4,5 Mpa (compressão)	1,7
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,8 e 4,5 Mpa (compressão)	1,4
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,1 e 2,8 Mpa (compressão)	1,2
Bases de Solo-cal	1,2

d) Dimensionamento

A memória de cálculo do dimensionamento do pavimento projetado é apresentada a seguir onde se obteve:

MÉTODO DNIT 1966 / AGETOP

$$R * K_R + B * K_B \geq H_{20}$$

$$R * K_R + B * K_B + SB * K_{SB} \geq H_{ISC}$$

Entradas			Saídas	
ISC	7		a	6,0
N	$6,88 \cdot 10^6$	6,688	H_{ISC}	45,1
K_R	1,2		H_{20}	25,1
K_B	1		B	22,1
K_{SB}	1		SB	20,0
R	2,5			

Espessura do Revestimento - R

Espessura da Base - B

Espessura da Sub-Base - SB

Coefficiente Estrutural do Revestimento - K_R

Coefficiente Estrutural da Base - K_B

Coefficiente Estrutural da Sub-Base - K_{SB}

Espessura necessária para proteger a Sub-Base - H_{20}

Espessura necessária para proteger o Subleito - H_{ISC}

Espessuras Mínimas de Revestimentos Asfálticos		
N (repetições do ESRD de 80 kN)	Tipo de Revestimento	Espessura (mm)
$\leq 10^6$	Tratamentos Superficiais	15 a 30
$10^6 < N \leq 5 * 10^6$	CA, PMQ, PMF	50
$5 * 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto Asfáltico	75
$10^7 < N \leq 5 * 10^7$	Concreto Asfáltico	100

Espessuras Mínimas de Revestimentos Asfálticos		
N (repetições do ESRD de 80 kN)	Tipo de Revestimento	Espessura (mm)
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Asfáltico	125

MÉTODO DE SERVIENTIA DESEMPENHO DA AASHTO - 1993

Equação de desempenho:

$$\log_{10}(N) = (Z_r \times S_0) + (9,36 \times \log_{10}(SN + 1)) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{p_0 - p_t}{p_0 - 1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1) \times 5,19}} + (2,32 \times \log_{10}(M_r)) - 8,07 \quad (Eq.1)$$

$$SN = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2 \times m_2) + (a_3 \times D_3 \times m_3)$$

a_i - coeficiente estrutural da i-ésima camada;

D_i - espessura (em polegadas) da i-ésima camada;

m_i - coeficiente de drenagem da i-ésima camada;

p_0 - servientia inicial (após construção) do pavimento asfáltico, cujo valor é definido por meio da qualidade construtiva; na AASHTO Road Test, o valor médio resultou em 4,2;

p_t - servientia terminal (no final do período de projeto) desejada para o pavimento asfáltico, com valor definido em função do tipo de via e por recomendações das agências viárias; na AASHTO Road Test, o valor de 1,5 para servientia foi considerado "ponto de limite trafegável", ou seja, condição limite de uso dos pavimentos. Os níveis finais de servientia sugeridos pela AASHTO são:

para vias principais, p_t = de 3,0 a 2,5 e

para vias secundárias, p_t = 2,0;

M_r - módulo de resiliência efetivo do subleito (em libras por polegada quadrada), calculado conforme critérios apresentados;

Z_r - nível de confiança embutido no processo de dimensionamento para assegurar que a alternativa de projeto atente para o período de vida útil estipulado, levando em conta simultaneamente possíveis variações nas condições de tráfego e na previsão de desempenho:

Nível de Confiança de Projeto (valores para Z_r)		
Classificação funcional da via	Urbana	Rural
Interestaduais e autoestradas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteriais principais	80 - 99	75 - 95
Coletoras	80 - 95	75 - 95
Locais	50 - 80	50 - 80

S_0 - Desvio-padrão associado, para pavimentos flexíveis, adotado 0,35;

Coeficientes de Equivalência Estrutural dos Materiais		
Material	Parâmetro de Controle	a_i
CBUQ, PMQ a 20°C	$M_r = 3.160 \text{ MPa}$	0,44
	$M_r = 2.110 \text{ MPa}$	0,37

Coeficientes de Equivalência Estrutural dos Materiais		
Material	Parâmetro de Controle	a_i
Bases granulares	$M_r = 1.406 \text{ MPa}$	0,30
	$\text{CBR} = 100\%$	0,14
	$\text{CBR} = 33\%$	0,10
Sub-bases granulares	$\text{CBR} = 100\%$	0,14
	$\text{CBR} = 23\%$	0,10
Materiais cimentados (aos sete dias)	$R_{c,7} = 5,6 \text{ MPa}$	0,22
	$R_{c,7} = 3,1 \text{ MPa}$	0,16
	$R_{c,7} = 1,4 \text{ MPa}$	0,13

AASHTO 1993

Coeficientes de Drenagem (multiplicadores dos coeficientes de equivalência estrutural)				
Qualidade de drenagem	Porcentagem de tempo a que o pavimento estará sujeito a condições e umidade próximas da saturação			
	< 1%	1% a 5%	5% a 25%	> 25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Boa	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muito pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Espessuras Mínimas de Camadas de Pavimentos		
N (repetições do ESRD de 80 kN)	Revestimentos em Concreto Asfáltico (mm)	Bases granulares (mm)
$\leq 5,0 \times 10^4$	25*	100
$5,0 \times 10^4 < N \leq 1,5 \times 10^5$	50	100
$1,5 \times 10^5 < N \leq 5,0 \times 10^5$	65	100
$5,0 \times 10^5 < N \leq 2,0 \times 10^6$	75	150
$2,0 \times 10^6 < N \leq 7,0 \times 10^6$	90	150
$N > 7,0 \times 10^6$	100	150

* possível o emprego de tratamentos superficiais

AASHTO 1993

Determinação das espessuras das camadas do pavimento		
$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$	Espessura do revestimento	Respeitando a tabela de espessuras mínimas de camadas de pavimentos, recalculando quando necessário
$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 \times m_2}$	Espessura da base	
$D_3 = \frac{SN_3 - SN_2}{a_3 \times m_3}$	Espessura da sub-base	

As espessuras das camadas são obtidas através da Determinação dos Números Estruturais (SN) necessários:

SN ₃	subleito	Utilizar a Equação Eq.1 e realizar os cálculos dos Números Estruturais com a utilização do módulo de resiliência (M _r) representativo de cada uma das camadas
SN ₂	sub-base	
SN ₁	base	

Equação de desempenho:

$$\log_{10}(N) = (0,9 \times 0,35) + (9,36 \times \log_{10}(SN + 1)) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{4,2 - 2,5}{4,2 - 1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1) \times 5,19}} + (2,32 \times \log_{10}(M_r)) - 8,07$$

SN: Número estrutural
 $\log_{10}(N)$: **7,49693**
 N: 31.400.000 $3,14 \times 10^7$

Subleito M_r: 3.500
 CAUQ M_r: 500.000
 BGS CBR: 70 M_r: 27.500
 Sub-base granular CBR: 30 M_r: 15.000

Cálculo de SN₁ (base) - AASHTO

Comparador	SN	Comparador	SN	Comparador	SN
5,15999	1,00	6,80726	2,00	7,43341	2,50
6,80726	2,00	6,94046	2,10	7,44500	2,51
7,97575	3,00	7,06942	2,20	7,45656	2,52
8,88189	4,00	7,19442	2,30	7,46808	2,53
9,62209	5,00	7,31567	2,40	7,47957	2,54
10,24778	6,00	7,43341	2,50	7,49103	2,55
10,78966	7,00	7,54784	2,60	7,50245	2,56
11,26753	8,00	7,65912	2,70	7,51385	2,57
11,69490	9,00	7,76743	2,80	7,52521	2,58
12,08142	10,00	7,87293	2,90	7,53654	2,59
		7,97575	3,00	7,54784	2,60

SN₁

Cálculo de SN₂ (sub-base) - AASHTO

Comparador	SN	Comparador	SN	Comparador	SN
4,54927	1,00	7,36503	3,00	7,46531	3,10
6,19654	2,00	7,46531	3,10	7,47520	3,11
7,36503	3,00	7,56317	3,20	7,48507	3,12
8,27117	4,00	7,65873	3,30	7,49492	3,13
9,01137	5,00	7,75209	3,40	7,50474	3,14
9,63706	6,00	7,84335	3,50	7,51454	3,15
10,17894	7,00	7,93260	3,60	7,52431	3,16
10,65681	8,00	8,01993	3,70	7,53406	3,17
11,08418	9,00	8,10542	3,80	7,54379	3,18
11,47070	10,00	8,18914	3,90	7,55349	3,19
		8,27117	4,00	7,56317	3,20

SN₂

NovoSN₂=(a₁× D₁)+(a₂ × D₂ × m₂)

a₁: 0,46 a₂: 0,13
 D₁: 5,57 D₂: 5,91
 m₂: 1,35 coeficiente de drenagem

NovoSN₂: 2,847441

Cálculo de SN₃ (subleito) – AASHTO

Comparador	SN	Comparador	SN	Comparador	SN	SN ₃
3,08298	1,00	6,80488	4,00	7,47685	4,90	
4,73025	2,00	6,88528	4,10	7,48373	4,91	
5,89874	3,00	6,96412	4,20	7,49059	4,92	
6,80488	4,00	7,04146	4,30	7,49744	4,93	
7,54508	5,00	7,11735	4,40	7,50428	4,94	
8,17077	6,00	7,19184	4,50	7,51111	4,95	
8,71265	7,00	7,26500	4,60	7,51793	4,96	
9,19051	8,00	7,33685	4,70	7,52473	4,97	
9,61788	9,00	7,40746	4,80	7,53153	4,98	
10,00440	10,00	7,47685	4,90	7,53831	4,99	
		7,54508	5,00	7,54508	5,00	

Camada	Espessura		Cálculo de espessuras							
	mm	pol.	Coeficiente Estrutural		Espessura	1º ciclo		2º ciclo		Adotada (cm)
Capa-CAUQ	100	3,9	a ₁	0,46	D ₁	5,6	ok	3,9	ok	10
Base-BGS	150	5,9	a ₂	0,13	D ₂	3,6	n	5,9	ok	15
Sub-base	150	5,9	a ₃	0,11	D ₃	-	-	5,5	n	15

e) Resumo dos Cálculos de Dimensionamento de Camadas

CÁLCULO DE ESPESSURAS DE CAMADAS - RESUMO								
Camada	DNIT-ANT		DNIT-AT		AASHTO		ADOTADO	
Revestimento	TSD	2,5	TSD	7,5	CAUQ	9	TSD	2,5
Base	MG	20	MG	16	BSG	15	MG	20
Sub-base	MG	20	MG	20	MG	23	MG	20
Reforço	-	0	-	0	-	0	-	0
Espessura equivalente	43		43		47		Efetivo 43	

É adotada a solução com base mais robusta sendo que inicialmente será revestida com TSD e Microrrevestimento. Solução está embasada no princípio Melhor Técnica com Menor Custo.

4.0 DETALHES DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

a) Regularização do Subleito

Deverá com

preender uma escarificação geral em toda extensão e largura da plataforma, seguida de compactação com a energia do Proctor Normal (12 golpes por camada), na faixa de variação de umidade de -1,5% a + 1,0%, em torno da umidade ótima.

b) Sub-base de Solo Estabilizado Granulometricamente sem Mistura

A sub-base deverá ser de do tipo estabilizada granulometricamente sem mistura, devendo ser executada em duas camadas com espessura total de 20 cm, empregando-se os materiais provenientes de qualquer uma das jazidas estudadas, com as seguintes localizações:

- **Jazida J-1, a 12 km da estaca 200;**

A sub-base deverá ser compactada com a energia do Proctor Intermediário (26 golpes por camada), na faixa de variação de umidade de -1,0% a + 1,0% em torno da umidade ótima.

c) Base de Solo Melhorado com Cimento

A base a ser utilizada deverá atender ao suporte mínimo de 80%, sendo indicada Solo Cimento(2%) (solução adotada neste projeto), nesta ordem de prioridade de acordo com o Projetista, devendo ser executada em camada única ou dupla com espessura total de 20 cm, empregando-se os materiais provenientes de qualquer uma das jazidas estudadas, com as seguintes localizações:

- **Pedreira P-1, a 41,5 km localizado em Bela Vista de Goiás**
- **Jazida J-1, a 8 km da estaca 200**

A base deverá ser compactada com a energia do ensaio AASHTO modificado (26 golpes por camada), na faixa de variação de umidade de -1,0% a + 1,0% em torno da umidade ótima.

d) Imprimação

Para imprimação da superfície da base indica-se a utilização de asfalto diluído tipo CM-30.

Este asfalto poderá ser adquirido na cidade de Aparecida de Goiânia ou Goiânia e estocado em tanques localizados no canteiro de obras em PIRACANJUBA.

e) Revestimento

TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

A primeira etapa desse serviço de revestimento da pista de rolamento será executado em Tratamento Superficial Duplo com, com espessura aproximada de 2,5 cm.

A faixa granulométrica indicada para o caso de tráfego médio é:

1ª camada: 3/4" (19 mm)	5/8" (16 mm)
2ª camada: 3/8" (10 mm)	1/4" (6,3 mm)

As taxas empregadas serão as seguintes:

Brita:	1ª camada	21 kgf/m ²
	2ª camada	10 kgf/m ²
CM-30.....		1,4l/m ²
RR-2C:	1º banho	1,4 l/m ²
	2º banho	1,4 l/m ²

Obs.: todas estas taxas deverão ser acompanhadas e ajustadas na época da execução.

Após a execução do TSD o tráfego deve ser aberto aos usuários para o perfeito assentamento das camadas e consequente expulsão do material pétreo não aderido. É executado o serviço de varrição,

coleta e transporte do excesso de material e então executa-se sobre o TSD uma camada de Microrrevestimento (8mm) sobre toda a largura da pista.

MICRO REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO COM O EMPREGO DE EMULSÃO MODIFICADA POR POLÍMERO

DNIT-ES – 035/2004 / DNER-ES – 389/99 / DNER-ES – 320/97

CONCEITOS

O microrrevestimento é um revestimento betuminoso modificado por polímeros, de espessuras delgadas, constituídos de elementos minerais (agregados) de dimensões reduzidas, de elevada superfície específica, necessitando de relativo teor de ligante asfáltico (aglutinante) para o envolvimento de todas as partículas minerais, resultando um composto de alta resistência ao desgaste por abrasão, de baixa permeabilidade e antiderrapante.

Possui as seguintes características práticas:

- É uma mistura de agregado britado, emulsão catiônica com polímeros, água e aditivos misturados e aplicados numa superfície apropriadamente preparada;
- Podem ser aplicados em múltiplas camadas;
- Utiliza-se para projetos de rodovias e selagem de fissuras e trincas.

EMPREGO

Por que utilizar o Microrrevestimento sobre o Tratamento Superficial Duplo?

Os métodos tradicionais de tratamento de superfície falham em não apresentar:

- Durabilidade adequada
- Características antiderrapantes apropriadas.

O microrrevestimento é também utilizado em projetos de reabilitação de superfície de pavimentos, sendo normalmente projetado para rodovias ou vias urbanas com aplicação em dupla camada: (regularização/impermeabilização e rugosidade/rolamento) ou sobre tratamentos superficiais com finalidade de diminuir as microfissuras deste serviço, causa de sua degradação precoce.

Apresentam características de excelente aderência ao pavimento a ser tratado, elevada coesão de seus componentes, pela qualidade dos materiais empregados neste serviço, em atendimento às especificações, espessura regular, uniforme e alto desempenho, de suas características em longo prazo. Também é projetado como revestimento asfáltico em camada de rolamento, constituindo a capa asfáltica sobre base imprimada, na implantação de pavimentos em vias urbanas e em rodovias de baixo volume de tráfego.

Dentre as finalidades de sua aplicação, destacam-se as seguintes:

- Impermeabilizar revestimentos antigos com desgaste superficial;
- Proteção de revestimentos recentes de graduação aberta;
- Sellar fissuras (<3mm) e melhoria estética de pavimentos antigos;
- Elevar o coeficiente de atrito (pneu/pavimento/rugosidade);
- Revestimento delgado sobre pavimento/preservação do greide da pista;
- Camada auto aderente ao pavimento subjacente, salvo necessidade de pintura ligação quando recomendada;
- Enchimento (nivelamento de trilhas de rodas / <2cm);

- Prolongar período de vida útil dos pavimentos asfálticos.

Onde aplicar?

- Rodovias
- Vias urbanas de tráfego pesado
- Aeroportos
- Zonas residenciais
- Preenchimento de trilhas de rodas.

Onde não aplicar?

- Sobre rodovias com fissuras ativas ou com mais de 3 mm de largura
- Rodovias sem base asfáltica ou concreto de cimento (*)
- Rodovias com buracos ou onde falhas da superfície já tenham ocorrido com muita intensidade.

CARACTERÍSTICAS

Espessuras

- 6 a 20 mm por camada para aplicações regulares;
- 38 mm para operações de preenchimento de trilhas de rodas.

No micro revestimento o tamanho maior do agregado não é parâmetro determinante das taxas de aplicação / espessura das camadas.

Agregado tendendo a granulometria grossa deve ser aplicado em camada mais espessa, caso contrário não haverá suficiente imersão da fração de agregado maior dentro da argamassa, causando desprendimento do mesmo pela borracha da caixa espalhadora ou rejeição pelo tráfego.

Para camadas regulares ou reperfilamento, admite-se a espessura por camada de até 1,5 x a dimensão do maior agregado componente do traço.

Para preenchimento de trilhas de rodas, admite-se a espessura da camada de até 38 mm, utilizando-se de traço grosso.

Do ponto de vista da aplicação

- 2 a 3 minutos de tempo de mistura;
- 1 hora máxima para abertura ao tráfego;
- 1/2 hora máxima para a cura.

Desempenho a longo prazo

- Aderência;
- Resistência ao trincamento;
- Espessura consistente.

COMPONENTES DO MICROREVESTIMENTO

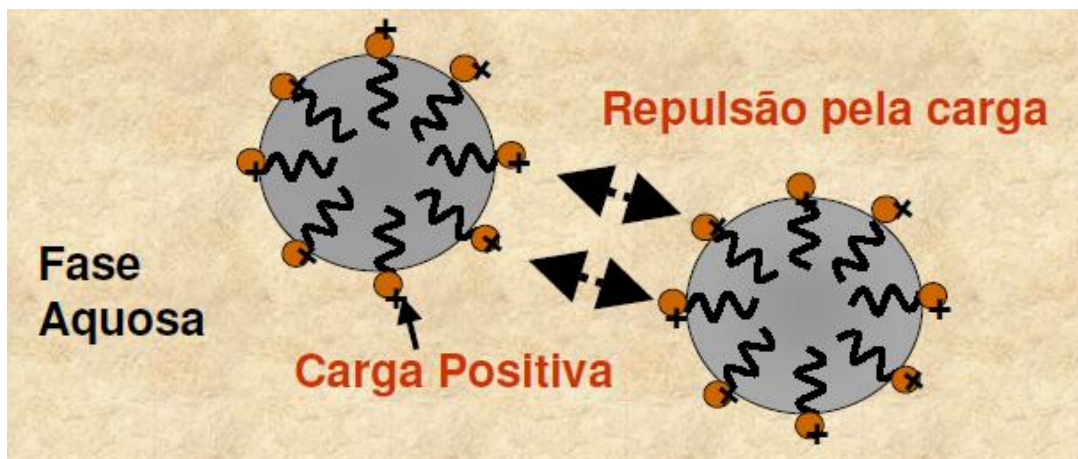
- Asfalto;
- Água;

- Emulsificante (emulsão);
- Polímero;
- Agregado mineral;
- Aditivo sólido (Filler mineral);
- Aditivo líquido.

Asfalto

- Penetração, viscosidade e ponto de amolecimento são propriedades básicas;
- Representa de 60 a 64% do peso da emulsão;
- Pode ser pesado (40/90 dmm) ou leve (>90 dmm).

Emulsões Catiônicas



Grupos positivos do emulsificante repelem-se em solução.

As partículas do asfalto são protegidas de coalescer pela presença do emulsificante.

Polímero

Utilidades dos polímeros:

- O asfalto é um material com uma flexibilidade limitada;
- Algumas características do asfalto podem ser modificadas para ser mais compatíveis com os agregados e temperatura ambiente e sua variabilidade.

Os polímeros modificam as seguintes propriedades do asfalto:

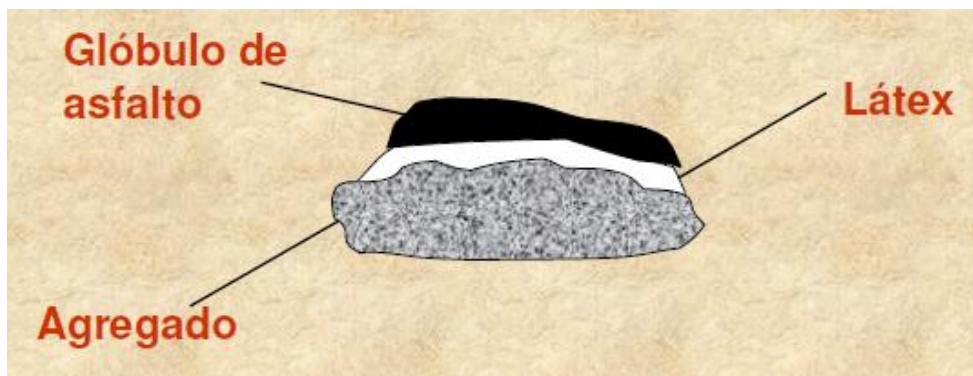
- Penetração (redução);
- Ponto de amolecimento (aumento);
- Ductilidade a temperaturas baixas (aumento);
- Tenacidade (aumento);
- Viscosidade a altas temperaturas (aumento).

Os polímeros modificam as seguintes propriedades da mistura asfáltica:

- Adesividade (aumenta);
- Velocidade de adesividade (aumenta);
- Exsudação (diminui).

Polímero - Utilidade do Látex

Melhorar a aderência entre o asfalto e o agregado



Melhorar a elasticidade do asfalto no novo pavimento

Outros Polímeros

SBS (Estireno Butadieno Estireno)

- Mistura-se diretamente com o asfalto;
- É sólido e em forma de pó;
- Requer um moinho de maior capacidade.

E.V.A. (plastomero)

Emulsão Asfáltica (RL1C-E)

Características tecnológicas: emulsão asfáltica catiônica modificada por polímeros elastoméricos (SBS, SBR) de microrrevestimento asfáltico a frio, de ruptura rápida controlada, com coesão e cura rápida (ao sol).

Agregado Mineral

Os agregados empregados em microrrevestimento devem apresentar características tecnológicas em conformidade com as especificações técnicas projetadas ao serviço a ser realizado. A qualidade destes materiais é fundamental à durabilidade do serviço, sendo indicadas nas especificações as faixas granulométricas a serem adotadas ao tipo de camada.

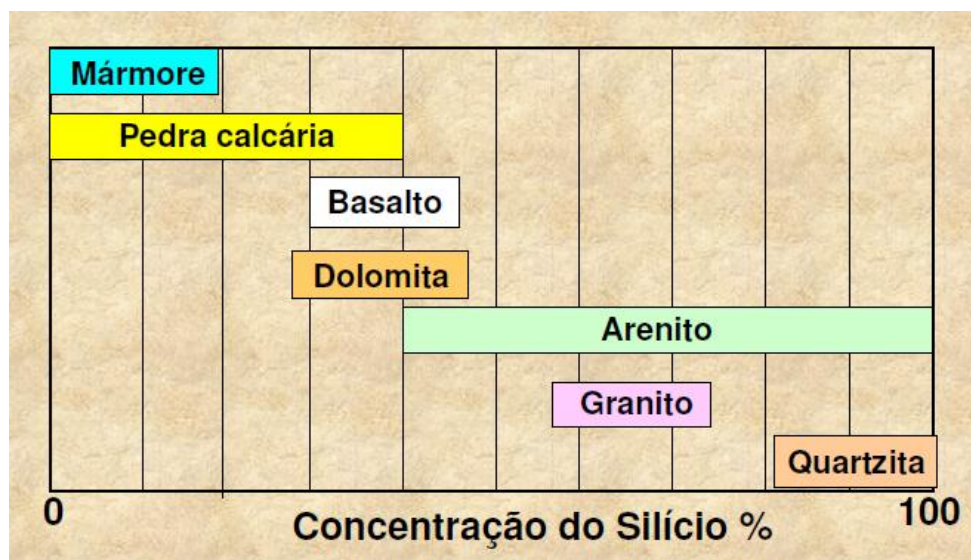
Os agregados individualmente ou a mistura de agregados (composição granulométrica do traço com o emprego de 1, 2, 3, e até 4 materiais pétreos) deverão ser peneirados em malha na dimensão definida pelo projeto, para expurgar elementos graúdos e promover à mistura (entrosamento) do material final à ser utilizado.

As dimensões granulométricas dos traços (misturas) de agregados normalmente são referidas como: mistura de agregados 0/4mm, 0/6mm, 0/9mm e 0/12mm.

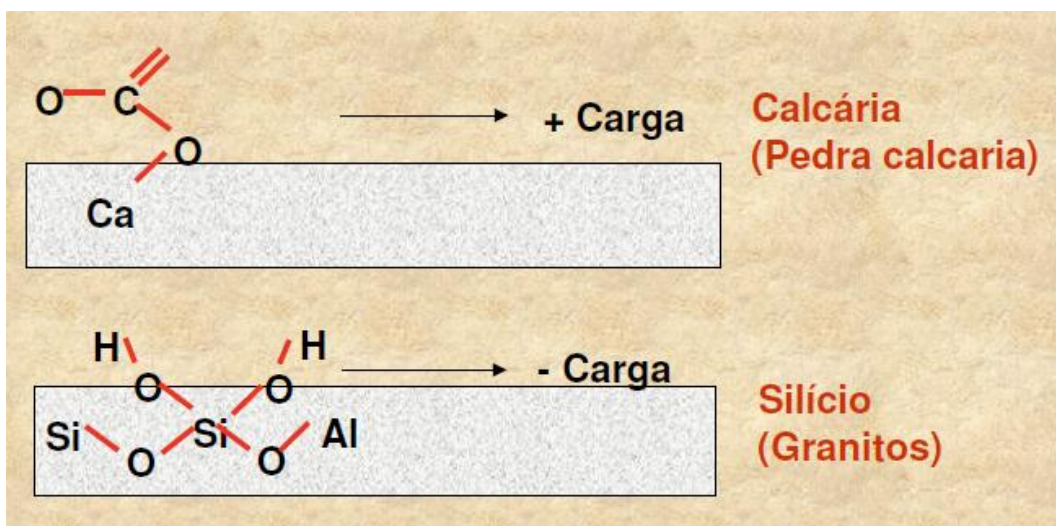
Na composição destes traços, empregam-se agregados 100% britados, tipos: pó de pedra 3/16" (4mm), pó de pedra grosso ou granilha 1/4" (6mm), brita ou gravilhão 3/8" (9,5mm) e brita de 1/2" (12mm).

Os elementos fillerizados (<#200) destes agregados, submetidos a ensaio de reatividade com solução de azul de metileno, poderá determinar a presença de inorgânicos prejudiciais à qualidade, inviabilizando o emprego do material.

Conteúdo de Sílica varia significativamente com o tipo de material.



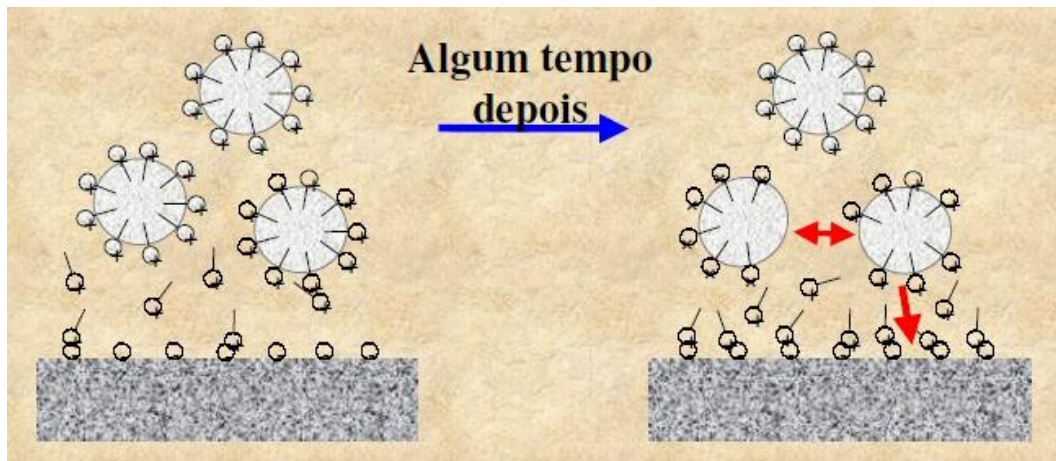
Superfície do Agregado.



A reatividade do agregado varia dependendo da química da superfície e do teor de finos.

Mistura de Emulsão-Agregado

O equilíbrio entre a concentração do emulsificante interfacial e a solução se perturba pela introdução do agregado carregado.



A aderência do emulsificante à superfície do agregado causa uma diminuição das concentrações do emulsificante. Os glóbulos de asfalto começam a flocular.

Características do Agregado.

O agregado deve ser 100% triturado.

Partículas arredondadas e grandes promovem o desprendimento das mesmas no pavimento.

O agregado deve ser duro e limpo para assegurar vínculo forte entre ele e o asfalto.

Equivalente areia (DNER ME 054) deve ser maior ou igual a 60%.

Resistência a abrasão (DNER ME 035) deve ser menor que 40%.

Material 100% britado (angularidade).

Granulometria do Agregado.

Utilizam-se duas granulometrias:

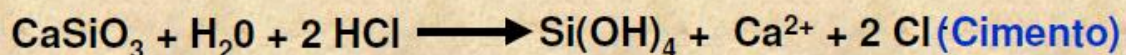
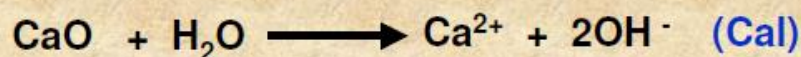
ISSA Faixa II

- Média, usado em superfícies que requerem este tamanho para preencher vazios capilares, corrigir trincas ou condições superficiais.
- Cria uma camada de tração para tráfego médio e pesado.
- Ex: Aeroportos, etc.

ISSA Faixa III:

- Mais grossa, dá o máximo coeficiente de fricção e durabilidade.
- Este tipo é apropriado para uso em rodovias e vias urbanas de tráfego pesado

Aditivo Sólido (Filler Mineral)



Filler (Aditivo sólido)

Os filleres geralmente incorporados ao traço de agregados têm caráter reativo (ex: cimento Portland, cal hidratada etc..) para promover processo tixotrópico da mistura asfáltica fluida.

São também (os filleres ativos) denominados de aditivo sólido, pois apresentam reações de aceleração ou retardamento de ruptura e cura da emulsão asfáltica no seio da argamassa asfáltica (microrrevestimento), em função da natureza mineralógica do agregado empregado.

(Nota: O consumo destes filleres ativos ou aditivos sólidos é indicado no projeto da massa asfáltica, geralmente em 1,0% em peso dos agregados, podendo sofrer variação do teor, em função das condições climáticas do local da obra e da temperatura da pista no ato da aplicação, ou seja, temperaturas elevadas implicam maior consumo para o equilíbrio tixotrópico da mistura asfáltica fluida, independente de especificações de serviços que determinam variação permitida em $\pm 0,3\%$ em relação ao projeto, pois a função principal destes elementos é a de estabilidade do tempo de mistura para possibilitar a aplicação do microrrevestimento, não tendo função específica de granulometria no traço de agregados, evitando-se o seu consumo em teores superiores à 2,0%, podendo ocorrer reação de coloração diferenciada da massa asfáltica durante o processo de ruptura/cura, em condição climática de alta incidência solar ou ainda em tempo nublado).

Aditivo Líquido

Aditivos líquidos, quando necessário, deverão ser incorporados na mistura asfáltica, durante o ato de usinagem para adequação dos tempos necessários às operações de mistura, espalhamento e de ruptura da emulsão no seio da argamassa de microrrevestimento (acelerar ou retardar).

As características mineralógicas dos agregados indicam já no projeto da mistura a necessidade do emprego destes materiais, ou ainda, se necessária a sua adição no ato da aplicação (condição climática de temperatura alta/calor). Exemplo de Aditivo Líquido: Petrodope – WV50.

Água

Á água a ser empregada na usinagem da mistura asfáltica, cujo teor é variável, a depender das condições de umidade dos agregados para proporcionar a consistência fluida adequada à aplicação (espalhamento) do microrrevestimento, deverá ser limpa, isentos de materiais orgânicos ou argila em suspensão, isenta de sais minerais dissolvidos ou de produtos químicos de tratamento.

À presença de sais solubilizados (não visíveis) na água de mistura, acarretam reação de desestabilização da emulsão asfáltica, tornando impraticável a operação de usinagem do microrrevestimento, sendo importante o encaminhamento da amostra da mesma, que será utilizada na realização dos serviços, juntamente com os materiais britados que serão transportados para o canteiro de obras ("britagens recentes"), para o laboratório de projeto da mistura asfáltica, para a comprovação de suas características técnicas.

Nota: Estudos realizados em épocas anteriores (remotas), sobre os materiais, não caracterizam as reais condições dos mesmos, no momento de realização dos serviços.

Poderá ser utilizado na mistura de micro quando:

- Agregados de alta reatividade não permitirem tempo de misturação (até 3 minutos) necessário para a operação de espalhamento, ou;
- Agregados de baixa reatividade prolongarem o tempo de ruptura / cura da mistura.

Atua como retardador ou acelerador do tempo de ruptura da emulsão asfáltica. Pode ser incorporado na emulsão asfáltica ou na água de misturação. Apresenta-se em estado líquido, alcalino ou ácido.

Especificações, Materiais e Faixas granulométricas.

Emulsões Asfálticas Poliméricas

ESPECIFICAÇÕES	DNER-EM 396/99	ISSA-A 143/96
Viscosidade SSF, 25°C, S	20-100	-
Sedimentação, 5 dias, % em peso, max.	5	5
Peneiramento # 0,84mm, % max	0,1	-
Carga da Partícula	+	+
Residual Asfalto + Polímero, % min.	62	62
Teste de Cimento	-	-

ESPECIFICAÇÕES	DNER-EM 396/99	ISSA-A 143/96
Ensaio Sobre o Residual	-	-
Penetração, 100g, 5A, 25°C, 0,1mm	50-100	40-90
Ponto de Amolecimento, °C, min.	55	57
Viscosidade Cinemática, 135°C, Cst	≥650 SBS	-
Viscosidade Cinemática, 135°C, Cst	≥550 SBR	-
Recuperação Elástica, 20Cm, 25°C, % min.	75 SBS	-
Recuperação Elástica, 20Cm, 25°C, % min.	60 SBR	-
Ductibilidade, 25°C, 5Cm/min, Cm, min.	60	-

Microrrevestimento a Frio

ESPECIFICAÇÕES		DNER-ES 389/99		
		ISSA-A 134/96		-
#	Mm	II	III	IV
1/2"	12	-	-	100
3/8"	9,5	100	100	85 – 100
Nº 4	4,75	90 – 100	70 – 90	60 – 87
Nº 8	2,36	65 – 90	45 – 70	40 – 60
Nº 16	1,18	45 – 70	28 – 50	28 – 45
Nº 30	0,6	30 – 50	19 – 34	19 – 34
Nº 50	0,33	18 – 30	12 – 25	14 – 25
Nº 100	0,15	10 – 21	07 – 18	08 – 17
Nº 200	0,075	05 – 15	05 – 15	04 – 08

ESPECIFICAÇÕES		DNER-ES 389/99		
		ISSA-A 134/96		-
#	Mm	II	III	IV
Asfalto Residual	% em peso do Agregado	5,5 – 9,5	5,5 – 9,5	5,0 – 9,0
Filler	% em peso do Agregado	0 – 3	0 – 3	0 – 3
Polímero	% em peso do Asfalto	Min 3,0	Min 3,0	Min 3,0
Taxa Aplicação	Kg/m ²	5 – 11	8 – 16	15 – 30
Espessura	mm	4 – 15	6 – 20	10 – 30

ESPECIFICAÇÕES		DNER-ES 389/99		
		ISSA-A 134/96		-
#	Mm	II	III	IV
Agregados	Los Angeles (max)	30	30	40
Agregados	Equiv.Areia (min)	65	65	60
Agregados	Azul Metileno	0,8mx	0,8mx	-
Classificação	Traço	Médio	Grosso	Grosso
Tipo	Tráfego	Médio Pesado	Pesado	Pesado
Obra	Local	Urbano Rodovia Aeroporto	Urbano Rodovia	Urbano Rodovia

MÉTODO	ENSAIO SOBRE A MISTURA	DNER	ISSA
		ES-389/99	A-143/96
TB-100	Wet track abrasion test (1,0h, max)	500g/m ²	538g/m ²
TB-100	Wet track abrasion test (6d, max)	-	807g/m ²
TB-109	Load well test and sand adhesion, max.	538g/m ²	538g/m ²
TB-113	Tempo de misturação, 25°C, min.	-	120"
TB-114	Wet stripping test, min.	-	90%

MÉTODO	ENSAIO SOBRE A MISTURA	DNER	ISSA
		ES-389/99	A-143/96
TB-139	Wet cohesion, 30' (set), min	-	12kg/cm
TB-139	Wet cohesion, 60' (traffic), min	-	20kg/cm
TB-147	Lwt – deslocamento lateral, max	-	5%
TB-147	Lwt – deslocamento vertical, max	-	10%
TB-144	Classif. Compatib (lig/agreg)	-	(AAA-BAA) > 11 pontos
-	Densidade aparente compac. Após 1.000 ciclos / 57 kg, max. Obs. Schulte	-	2,1

Aspectos Técnicos, Ensaios laboratoriais e Aprovação da Mistura Asfáltica.

DNER-ES - 389/99 (DNIT 035/2004 - ES)

Controle de qualidade (no campo)

Emulsão asfáltica modificada por polímero:

- Viscosidade SSF (ABNT MB 581)
- Ensaio de resíduo (ABNT NBR 6568)
- Ensaio de peneiramento (DNER ME 005)
- Ensaio de carga partícula (DNER ME 002)
- Ensaio de recuperação elástica (DNER ME 382) (no resíduo asfáltico)
- Ensaio de sedimentação (DNER ME 006)
- Ensaio de infravermelho no resíduo asfáltico para determinação do teor de polímero.

Agregados:

- Granulometria do traço (DNER ME 083)
- Adesividade (DNER ME 059)

- Equivalente de areia (DNER ME 054)
- Teor de umidade do agregado.

Mistura asfáltica

Por amostragem:

- Extração de betume / teor de ligante ($\pm 0,3\%$)
- Granulometria após extração de betume

Em escala:

- Verificar o consumo de agregado, de emulsão asfáltica e “filler” por carga de usina em relação à área aplicada: taxas de materiais e espessura média obtida / m².

Verificação final da qualidade

Acabamento da superfície

- Verificada visualmente, devendo se apresentar desempenada com aspecto e textura uniforme.

Alinhamentos de eixo e bordo

- É verificada com a trena. Desvios detectados não devem exceder 5 cm.

Critérios de aceitação ou rejeição

Materiais inspecionados

Quantidade de ligante e granulometria dos agregados aplicados

Os serviços rejeitados devem ser corrigidos, complementados ou refeitos

Os resultados de controle estatístico e relatórios devem ser associados à medição dos serviços.

EQUIPAMENTO/APLICAÇÃO:

O microrrevestimento asfáltico a frio é aplicado com um equipamento específico, denominado de usina móvel de micro, constituído de silos de agregados, de filler, de fibras, tanques de emulsão, de água e de aditivo líquido, um misturador de eixo duplo e paletas (pug-mill), montados sobre chassi, e uma caixa distribuidora dotada de eixos helicoidais para promover a constante homogeneidade da mistura asfáltica em seu estado fluido.

A ausência desta mistura (complementar) junto à caixa distribuidora pode promover a ruptura da emulsão asfáltica (fenômeno denominado “ruptura por inércia”), impossibilitando a aplicação da mistura asfáltica.

CURA E ABERTURA AO TRÁFEGO

Após a aplicação da camada de microrrevestimento, é necessário aguardar período de ruptura total e cura, para a evaporação da umidade constituinte do sistema e estabilidade (coesividade) da mistura asfáltica, ao período de uma (01) hora (exposição ao sol) e abertura ao tráfego.

Para as obras viárias, a ação do tráfego é suficiente para garantir a compactação da camada (delgada) de microrrevestimento. No caso de pistas de aeroportos, de alta velocidade (automobilismo) e em pátios de estacionamento, a compactação (rolagem) com equipamento de pneus se faz obrigatória.

RESTRIÇÕES AO EMPREGO

À realização dos serviços em período chuvoso, anterior à execução (umidade infiltrada no pavimento) ou eminência de chuva após a aplicação ou na fase de compactação pelo tráfego.

Pavimento asfáltico apresentando deficiência estrutural, trincas >3mm (ativas), defeito por fadiga (couro-de-jacaré) não constitui substrato a ser tratado com microrrevestimento.

Sobre revestimentos asfálticos lisos (ou polidos), vias de alta velocidade ou tráfego pesado, ou apresentando oxidação excessiva superficial, recomenda-se a execução de pintura de ligação (convencional ou polimérica) para evitar descolamentos (em placas) da camada de microrrevestimento.

Para execução do revestimento da pista indica-se a utilização dos seguintes materiais:

- Material Betuminoso: Emulsão RR-2C, a ser adquirida em Goiânia;
- Material Betuminoso: Emulsão RL-1C-E, a ser adquirida em Goiânia;
- Material Betuminoso: Asfalto Diluído CM-30, a ser adquirido em Goiânia;
- Agregado Graúdo: produtos de britagem proveniente da Pedreira Comercial, localizada em Jandaia a 371,0 km da estaca 00.

Por ser muito estreito, o revestimento dos acostamentos deverá ser executado da mesma forma que a pista de rolamento.

CONCLUSÃO

Em reuniões com a AGETOP ficou decidido pelo uso da base em solo melhorado com cimento, portanto a primeira etapa será executada com todos os serviços básicos e de terraplenagem além da sub-base compactada com material laterítico e também com os serviços de base em solo melhorado com cimento, capa em TSD + 8mm de Microrrevestimento, será procedida também as sinalizações horizontal e vertical. A segunda etapa será executada apenas quando o tráfego assim o exigir e consistirá de recapeamento com CAUQ e novas Sinalizações Horizontal e Vertical.

3.8.5 – QUANTITATIVOS

A memória de cálculo dos quantitativos de pavimentação com as soluções indicadas anteriormente, o quadro resumo das distancias de transportes e de consumo de materiais são apresentados neste volume, no capítulo de quantitativos e quadros de quantidades.

3.9 – PROJETO DE DRENAGEM

3.9.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Projeto de Drenagem teve por objetivo a identificação do sistema de drenagem existente, bem como o dimensionamento das novas estruturas de drenagem, baseando-se nos estudos hidrológicos elaborados.

O sistema compõe-se de:

- Drenagem de Talvegues
- Obras de Arte Correntes
- Drenagem Superficial
- Drenagem Profunda

Os principais elementos usados na execução do projeto de drenagem e na avaliação dos elementos de drenagem existentes foram os seguintes:

- Equação das chuvas com diversos tempos de recorrência e descarga máxima das bacias de contribuição, obtidas na fase de estudos hidrológicos;
- Cadastro dos elementos de drenagem existentes;
- Desenhos dos projetos padronizados da AGETOP e DNIT.

3.9.2 – OBRAS DE ARTE CORRENTES

São consideradas obras de arte correntes ou bueiros, obras tubulares ou celulares construídas transversalmente à rodovia, com objetivo de fazer a transposição dos talwegues.

O dimensionamento foi efetuado levando-se em consideração as vazões máximas prováveis de 15/25 anos de período de recorrência. Para as vazões assim definidas, o binômio “economia – segurança” será obtido quando se puder dimensionar uma seção que conduza a vazão dessa recorrência, admitindo-se uma pequena carga hidráulica HW a montante. Essa carga HW deverá se limitar aos seguintes valores:

- Bueiros Tubulares: $HW \leq 2,00$
- Bueiros Celulares: $HW \leq 1,20$

Isto é, um metro de carga acima da altura interna H dos bueiros.

Nas situações em que a altura de aterro sobre o bueiro for pequena, o mesmo deverá ter o seu dimensionamento supondo-se o seu funcionamento como canal. Nesses casos, é útil o conhecimento da vazão crítica dos bueiros. A vazão crítica, máxima vazão a ser conduzida pelo bueiro em regime livre, supondo-se que ocorra controle hidráulico de entrada, é expressa por:

- Bueiros Tubulares de Concreto
 - Bueiro simples: $Q_1 = 1,533 D^{2,5}$
 - Bueiro duplo: $Q_2 = 0,95 \times 2 \times Q_1$
 - Bueiro triplo: $Q_3 = 0,90 \times 3 \times Q_1$
- Bueiros Celulares
 - Bueiro simples: $Q_1 = 1,705 BH^{1,5}$
 - Bueiro duplo: $Q_2 = 0,95 \times 2 \times Q_1$
 - Bueiro triplo: $Q_3 = 0,90 \times 3 \times Q_1$

Pela vistoria técnica todas as pontes e bueiros existentes apresentam-se em bom estado de conservação e ocorrem em apenas alguns locais, problemas de insuficiência hidráulica de obra, que possa comprometer o corpo estradal. Nestes locais foram previstas as substituições ou complementações dessas obras. O coeficiente de Manning (n) adotado foi de 0,014 para o revestimento em concreto.

O emprego dos bueiros tubulares de concreto foi limitado pelo dimensionamento hidráulico e pela altura máxima de aterro suportada pelos tubos. Foram projetados tubos de classe CA-1, limitando-se a altura de aterro sobre o tubo e recobrimento mínimo de 1,00m acima de geratriz dos tubos.

3.9.3 – DRENAGEM SUPERFICIAL

O projeto de drenagem superficial visou posicionar os diversos dispositivos de coleta das águas superficiais que incidem diretamente ou não na plataforma, conduzindo-as convenientemente para fora do corpo estradal.

Para as sarjetas, dispositivos projetados com a finalidade de captar as águas, o dimensionamento adota a metodologia que consiste na determinação dos comprimentos críticos obtidos pela equivalência de vazão no condutor e a decorrente das precipitações pluviais (calculado pelo método racional) na área de “impluvium” drenada pela sarjeta.

Essa área é considerada como a de um retângulo cuja largura “ ℓ ” é a largura de “impluvium” e cujo comprimento “ L_c ” é o comprimento crítico da sarjeta (máximo comprimento sem que ocorra transbordamento).

Para a determinação desse comprimento, considerou-se a precipitação de 10 minutos de duração de máxima intensidade, para um período de recorrência de 10 anos que, é de 125,20 mm/h.

Para o cálculo do comprimento de acordo com a equivalência de vazão, tem-se:

$$\frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} = \frac{C \cdot I \cdot L_c \cdot \ell}{3,6} = \frac{A R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

$$L_c = \frac{3,6 \times 10^6 \times A \times R_H^{2/3} \times i^{1/2}}{C \times I \times n \times \ell}$$

Onde:

- A = área da sarjeta em m²
- R_H = raio hidráulico determinado em função da geometria da sarjeta
- I = intensidade de chuva de projeto
- C = coeficiente de deflúvio igual a 0,70 para corte e 0,90 para aterro
- N = coeficiente de rugosidade igual a 0,014 para sarjetas de concreto
- I = declividade do greide em m/m
- ℓ = largura de “impluvium” em m

Os meios-fios foram indicados nos aterros com alturas superiores á 2,50m, ilhas e canteiros das interseções, de maneira a conformá-los e protegê-los, adotando-se o padrão DNIT-MFC-01 e DNIT-MFC-05.

O posicionamento das Entradas D'Águas, canais normais ou inclinados em relação ao eixo da estrada destinados à condução rápida da água superficial ao longo do talude (corte ou aterro) até os escoadouros naturais, foi determinado após análise do projeto geométrico.

Neste estudo as entradas padronizadas pelo DNIT serão de dois tipos:

- EDA-01 = Greide Contínuo
- EDA-02 = Ponto Baixo

Foram previstos bueiros de greide sempre que se mostrou necessária a transposição de um lado para outro da plataforma das águas provindas das sarjetas (cujo comprimento crítico tenha sido atingido) ou provindas de talwegues interceptados por cortes, captando-se as águas por meio das descidas d'água de corte.

Os bueiros de greide foram projetados com diâmetros de 1,00 m e com 1% como declividade mínima recomendável no intuito de facilitar eventuais transportes sólidos.

As caixas coletoras adotadas deverão receber grelha de concreto aplicando-se a qualquer tipo de sarjeta especificada. Adotou-se para o projeto as caixas padronizadas pelo DNIT do tipo CCS-02, CCS-03.

As valetas de proteção serão construídas em todos os trechos em cortes onde escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude comprometendo a estabilidade do corpo estradal. Deverão ser locadas aproximadamente paralelas às cristas dos cortes, a uma distância entre 2.0 a 3.0 metros. O material resultante da escavação deve ser colocado entre a valeta

e a crista do corte e apiloado manualmente. No projeto estão sendo indicadas as valetas VPC-02, VPC-03 e VPA-02, com revestimento em concreto, de padrão DNIT.

Descidas D'Água são dispositivos que captam as águas que fluem por talvegues interceptados pelos taludes dos cortes ou que conduzem as águas pluviais que, em vista do posicionamento forçado de outros dispositivos de drenagem, tenderiam a emergir no talude dos aterros.

Seu perfil longitudinal em degrau visa dissipar energia das águas ao longo de seu curso, minimizando possíveis efeitos erosivos nos pés dos taludes. As seções-tipo adotadas para estas descidas padrão DNIT foram: DAR-03, DAD-02, DAD-06.

Os dissipadores de energia foram indicados nas saídas de sarjetas com o objetivo de evitar erosão no terreno natural. Adotou-se dispositivo padrão DNIT do tipo: DES-02, DES-04, DEB-01, DEB-03 e DEB-04.

3.9.4 – DRENAGEM PROFUNDA

A drenagem profunda foi projetada visando proteger a infraestrutura da rodovia contra os efeitos nocivos das águas subterrâneas. A necessidade de sua implantação foi definida em função da situação do lençol freático e da existência de estratos impermeáveis, obtidos através de sondagens realizadas nos cortes.

Foram projetados para remover o rebaixamento do lençol freático Drenos Profundos Longitudinais em Solo do tipo: DNIT-DPS-02 e DNIT-DPR-02.

O terminal de drenos profundos para proteção das saídas dos drenos foram projetados com muros de testa de concreto do tipo BSD-02.

Foram projetados colchões drenantes e drenos profundos longitudinais em rocha para escoar as águas de infiltração no pavimento que viessem a percolar a camada de sub-base no contato com a rocha, prejudicando o pavimento.

Os desenhos e as planilhas de notas de serviços das obras de arte correntes e dispositivos de drenagem são apresentados no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

3.10 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO

3.10.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Sinalização e dispositivos de segurança foi elaborado com base no Manual de Sinalização do DNIT, edição de 1999 e na resolução nº 340, de 25 de fevereiro de 2010 que aprovou o Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro, adotando-se o valor de 110 Km/h para a velocidade de projeto, ficando a distância mínima de visibilidade de ultrapassagem fixada em 250,00 m.

Procurando obter uma comunicação eficiente com o usuário, o projeto de sinalização horizontal compreendido pelas marcações viárias, teve como função regulamentar, advertir e/ou indicar aos condutores de veículos e pedestres, atendendo aos aspectos de segurança.

Cuidados especiais foram tomados, na indicação dos materiais a serem empregados, para proporcionar visibilidade diurna e noturna de forma a tornar mais eficiente, clara e segura a operação da via.

3.10.2 – APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Os dispositivos do Projeto de Sinalização e listagens são apresentados em detalhes no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

3.11 – PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O Projeto de Obras Complementares objetivou o detalhamento de obras, tais como: Cercas, Barreiras de Concreto e Defensas Metálicas, necessárias à proteção do corpo estradal e da faixa de domínio.

- CERCAS

As cercas utilizadas na vedação da faixa de domínio objetivaram evitar o acesso de animais na pista, que ameaçam a segurança do usuário, e preservar os limites da faixa de domínio.

- DEFENSAS METÁLICAS SEMIMALEÁVEIS

São dispositivos ou sistemas de proteção contínua, constituídos por perfis metálicos implantados ao longo das vias com circulação de veículos, projetados na sua forma resistência e dimensões, para absorver energia cinética de veículos desgovernados, pela deformação do dispositivo.

- PORTEIRAS E MATA BURRO

Para a vedação dos acessos existentes às propriedades marginais que foram deslocadas para implantação da rodovia serão construídos porteiras e mata-burro.

As Obras Complementares utilizadas no projeto são detalhadas no **Volume 2 – Projeto de Execução** são apresentados os desenhos referentes a cada dispositivo.