



3ª ETAPA DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS - FASE 1

Sistema Rodoviário Federal - Minas Gerais



Produto 5.5

ESTUDOS DE ENGENHARIA FINAL - Parte 5
ESTUDOS DE AMPLIAÇÃO DE CAPACIDADE E MELHORIAS

Revisão 1
Out/08



Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia

ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO	02
2.	INTRODUÇÃO	03
3.	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA VIA	04
4.	CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DA VIA.....	06
5.	PROJEÇÕES DE TRÁFEGO	09
6.	ANÁLISE DO TRÁFEGO DA RODOVIA.....	12
6.1.	Metodologia	12
6.1.1.	Dados de entrada no Software HCS	12
6.2.	Análise do Nível de Serviço para trechos de rodovia.....	15
7.	PROPOSTAS DE AMPLIAÇÃO DE CAPACIDADE	25
7.1.	Comentários Gerais	25
7.2.	Melhorias para os Trechos Urbanos.....	27
7.3.	Terceiras Faixas em Seção de Pista Simples.....	28
7.3.1.	Metodologia.....	28
7.4.	Resumo das Intervenções.....	30

1. APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar o Produto 5 A – Estudos de Engenharia Final – Parte 5 – “Estudos de Ampliação de Capacidade e Melhorias”, integrante do trabalho relativo às pesquisas e estudos técnicos (“Estudos”) visando ao desenvolvimento do transporte rodoviário no trecho compreendido entre o Município de Divisa Alegre e Além Paraíba, cortando todo estado de Minas Gerais, ligando BA ao RJ, com uma extensão aproximada de 816,7 km, em execução pela Fundação de Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia – FDTE para o Banco de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, conforme Contrato OCS nº 265/2006, firmado em 30 de novembro de 2006. Este estudo é integrante das atividades da 3ª Etapa de Concessões Rodoviárias Federais, Fase 1.

Os ***Estudos de Ampliação de Capacidade e Melhorias*** constantes desse documento são compostos basicamente dos seguintes tópicos:

- INTRODUÇÃO
- CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA VIA
- CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DA VIA
- PROJEÇÕES DE TRÁFEGO
- ANÁLISE DE TRÁFEGO DA RODOVIA
- PROPOSTAS DE AMPLIAÇÃO DE CAPACIDADE

2. INTRODUÇÃO

O trecho compreendido entre o Município de Divisa Alegre e Além Paraíba, cortando todo estado de Minas Gerais, ligando BA ao RJ, com uma extensão aproximada de 816,7 km trecho da rodovia BR-116, objeto do presente estudo, foi dividido em 11 trechos e, em cada um, foram levantadas as suas características físicas e operacionais, com o objetivo de avaliar a atual situação de desempenho operacional, bem como fazer uma estimativa desse parâmetro por um período de 25 anos.

Este trabalho tem a finalidade de identificar as condições de operação de cada um dos trechos ao longo do período de análise, com o uso do consagrado indicador de desempenho conhecido por “Nível de Serviço”, e identificar os momentos em que intervenções físicas serão necessárias de forma a permitir que a rodovia possa operar atendendo a níveis considerados aceitáveis de fluidez.

3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA VIA

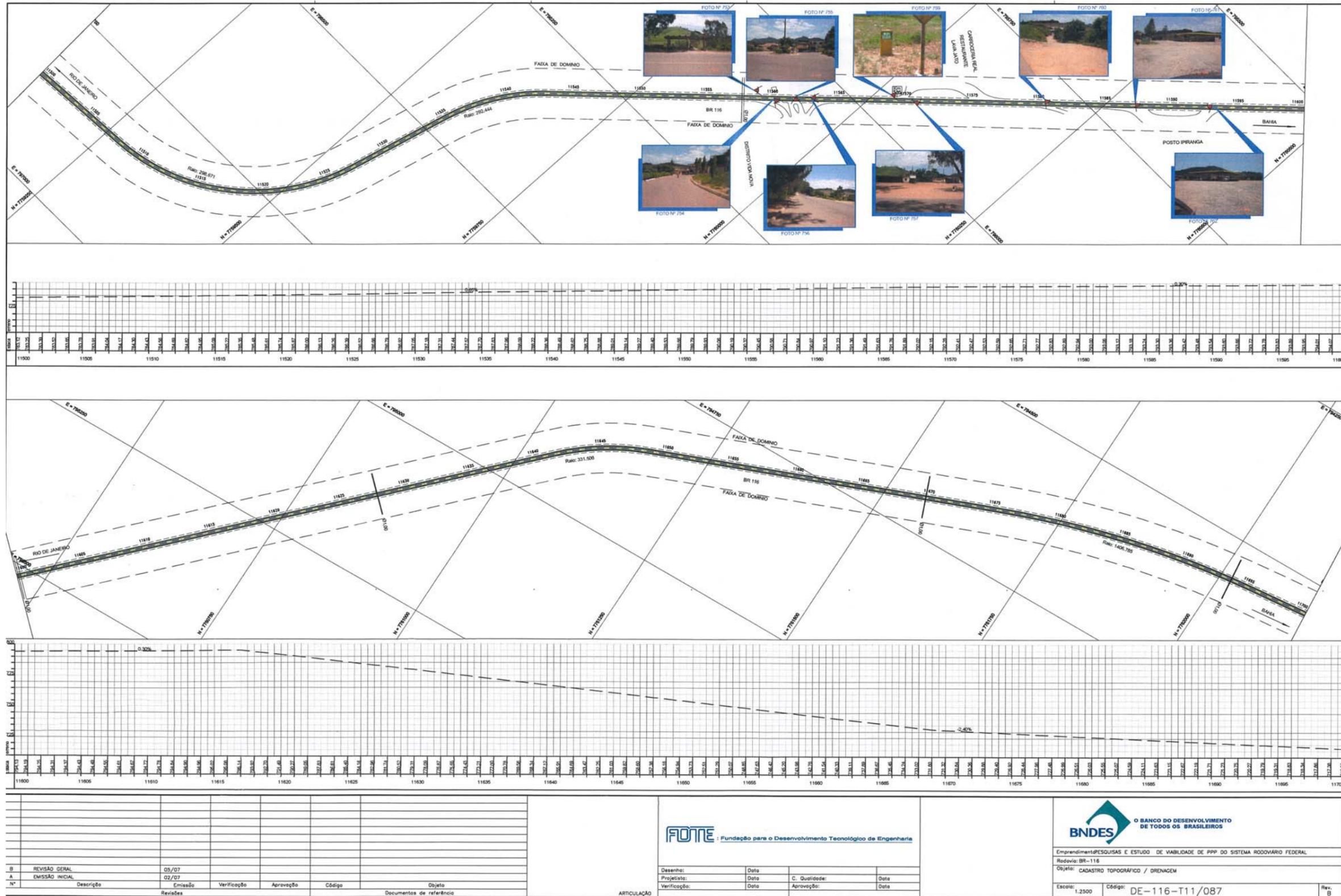
O trecho em estudo da rodovia BR-116, dividido em 11 trechos, conforme já explicado anteriormente, apresenta características bastante variáveis do ponto de vista físico.

A tabela apresentada a seguir traz, de forma resumida, as características principais de cada um dos trechos da rodovia.

Subtrecho		Km Inicial	Km Final	Ext. (km)
1	S Div. BA/MG (km 0,0) - BR 367 (km 117,0)	0,00	117,00	117,00
2	S BR 367 (km 117,0) - Teófilo Otoni (km 273,6)	117,00	273,60	156,60
3	S Teófilo Otoni (km 273,6) - MG 311 (km 337,0)	273,60	337,00	63,40
4	S MG 311 (km 337,0) - BR 259 (km 400,1)	337,00	400,10	63,10
5	S BR 259 (km 400,1) - Gov. Valadares (km 422,1)	400,10	422,10	22,00
6	S Gov. Valadares (km 422,1) - Caratinga (km 525,9)	422,10	525,90	103,80
7	S Caratinga (km 525,9) - BR-262 (km 607,1)	525,90	607,10	81,20
8	S BR-262 (km 607,1) - Fervedouro (km 650,5)	607,10	650,50	43,40
9	S Fervedouro (km 650,5) - Muriaé (km 702,2)	650,50	702,20	51,70
10	S Muriaé (km 702,2) - Leopoldina (km 773,0)	702,20	773,00	70,80
11	S Leopoldina (km 773,0) - Div. MG/RJ (km 816,7)	773,00	816,70	43,70

As características apresentadas na tabela anterior foram levantadas por meio de vistorias realizadas no local, em que foram observadas características geométricas, existência de acessos e interseções, quantidade de faixas por sentido, entre outras.

Além da vistoria, foi elaborado um cadastro, conforme exemplo apresentado a seguir, em que constam diagramas em planta, em que podem ser observados o estaqueamento, as curvas horizontais e a localização e quantidade de interseções e acessos, e diagramas em perfil, onde puderam ser observadas características como as curvas verticais, bem como as variações de declividade existentes.





4. CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DA VIA

Para uma adequada caracterização operacional de uma rodovia, é preciso conhecer a movimentação de veículos por ela. Torna-se fundamental, portanto, a determinação de um valor conhecido como Volume Diário Médio – VDM, que corresponde à média diária de veículos que circula por um determinado local no período de um ano.

Conforme apresentando nos relatórios técnicos relativos aos Estudos de Tráfego Preliminares – Produtos 2 Parte A e B as pesquisas de campo realizadas no âmbito deste estudo, para a Rodovia BR 116 abrangeram contagens volumétricas automáticas, durante 7 dias consecutivos em 11 postos de pesquisas localizados ao longo da BR 116:

- Contagem volumétrica automática, durante 7 dias consecutivos em 11 postos de pesquisas localizados ao longo da BR 116, Postos de Pesquisas Tipos A, B e C;
- Pesquisas de origem e destino e de opinião, acerca de disposição a pagar pedágio por melhorias prioritárias, em 8 desses postos – Postos Tipo B e C;
- Pesquisa de preferência declarada em 3 desses postos – Postos de pesquisa Tipo C;
- Pesquisas de velocidades médias, máximas e V_{85} efetuadas simultaneamente pelo mesmo equipamento que efetuava as contagens de tráfego.

A tecnologia empregada para as contagens volumétricas, constituída por tubos pneumáticos instalados transversalmente ao eixo da rodovia que permitem a obtenção do volume em circulação em cada sentido de forma classificada. Assim, foi possível obter os resultados de veículos de passeio e comerciais.

Com o objetivo de proporcionar um maior conhecimento do tráfego em cada local, foi feita também uma contagem classificada manual por um período de 12 horas. Esta contagem manual diferencia os ônibus dos caminhões, o que não era possível apenas com a contagem automática.



A combinação destas duas formas de contagem permitiu que fossem obtidos valores com o detalhamento necessário e por um período conveniente.

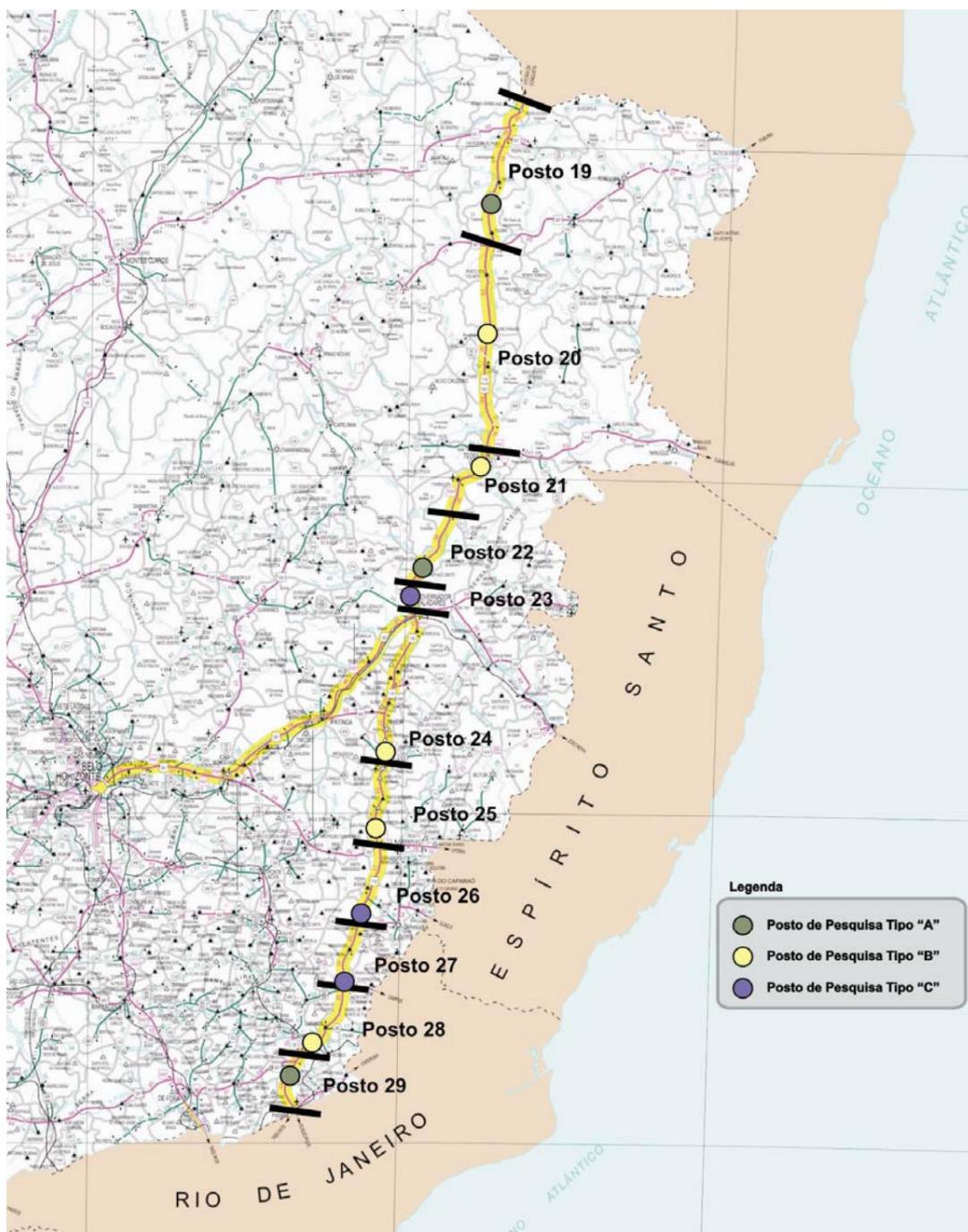
Na figura a seguir pode ser visualizada a localização dos postos de pesquisas ao longo da Rodovia BR 116.

Para as projeções foram utilizadas inicialmente as pesquisas de origem e destino e as contagens automáticas nos respectivos postos. A partir destas, foram estimados os volumes diários médios pesquisados, os quais foram posteriormente ajustados, para refletir as médias anuais com base nos levantamentos complementares de volumes ao longo do ano.

As pesquisas de origem e destino, após tratamento de expansão e eliminação de dupla contagem, foram utilizadas diretamente nas simulações para a estimativa dos atributos dos itinerários na rodovia e nas rotas de fuga em cada hipótese operacional alternativa para a rodovia. Cabe aqui ressaltar que para a expansão detalhada das entrevistas foram feitas contagens de tráfego adicionais, simultâneas ao período de aplicação dos questionários. Esses resultados, associados aos resultados das pesquisas de preferência declarada, consolidaram então as estimativas finais de fuga por posto de pedágio e alternativa.



Localização dos subtrechos com indicação dos postos de pesquisa





5. PROJEÇÕES DE TRÁFEGO

A partir dos volumes diários médios de veículos de passeio, ônibus, caminhões e totais, foram aplicados as taxas de crescimento anual para cada tipo de veículo e desta maneira projetados os volumes até o ano de 2.033, conforme metodologia já explanada no Produto 4 A – Estudos de Projeções de Tráfego, revisão 1, maio/2008, e cujos resultados estão apresentados no Produto 4B – Modelo de Demanda, Redes de Simulação, revisão 1, maio/2008.

As tabelas apresentadas na seqüência trazem os volumes projetados por tipo de veículos e agrupados para o período compreendido entre os anos de 2.009 e 2.033, bem como, ao final a porcentagem de veículos comerciais no mesmo período.

Tabela 5.1 Resultados das projeções do fluxo de tráfego de automóveis para os subtrechos da Rodovia BR-116/MG

Subtrecho	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	1,051226	1,075793	1,101009	1,126216	1,152483	1,177451	1,205777	1,230487	1,259579	1,286702	1,315286	1,344327	1,374007	1,404373	1,435485	1,467404	1,500192	1,533914	1,568635	1,604424	1,641348	1,679478	1,718887	1,759653	1,801857
2	1,051226	1,075793	1,101009	1,126216	1,152483	1,177451	1,205777	1,230487	1,259579	1,286702	1,315286	1,344327	1,374007	1,404373	1,435485	1,467404	1,500192	1,533914	1,568635	1,604424	1,641348	1,679478	1,718887	1,759653	1,801857
3	1,039518	1,057759	1,076052	1,094214	1,112267	1,130236	1,148142	1,166011	1,183873	1,201758	1,219695	1,237708	1,255822	1,274062	1,292458	1,311042	1,329845	1,348896	1,368222	1,387852	1,407815	1,42814	1,448858	1,469997	1,49159
4	1,039634	1,058059	1,07659	1,095036	1,113416	1,131751	1,15006	1,168365	1,186694	1,205069	1,223518	1,242063	1,260729	1,279542	1,29853	1,317727	1,33716	1,356857	1,376846	1,397153	1,417806	1,438833	1,460263	1,482125	1,504446
5	1,039751	1,058358	1,077127	1,095857	1,114565	1,133265	1,151977	1,17072	1,189514	1,208381	1,227341	1,246418	1,265637	1,285022	1,304603	1,324411	1,344474	1,364818	1,385469	1,406454	1,427797	1,449527	1,471669	1,494252	1,517303
6	1,072817	1,1065	1,14048	1,174598	1,208514	1,243114	1,276751	1,311977	1,345975	1,381064	1,416066	1,451369	1,486921	1,522733	1,558828	1,595232	1,631969	1,669059	1,706522	1,744376	1,782644	1,821346	1,860506	1,900144	1,940283
7	1,065948	1,097383	1,129182	1,161142	1,192921	1,225377	1,256937	1,290057	1,322053	1,355152	1,388242	1,421728	1,455615	1,489952	1,524806	1,56024	1,59632	1,633106	1,670659	1,709039	1,748311	1,788541	1,829796	1,872149	1,915669
8	1,055658	1,081884	1,108472	1,135118	1,161932	1,188759	1,215985	1,24311	1,270771	1,298524	1,326652	1,35511	1,383938	1,413171	1,442849	1,473012	1,503694	1,534932	1,56676	1,59921	1,632318	1,666118	1,700645	1,735934	1,772017
9	1,047359	1,069876	1,092613	1,115473	1,138131	1,161405	1,183793	1,207631	1,230349	1,254054	1,27767	1,301565	1,325719	1,350158	1,374913	1,400011	1,42548	1,451343	1,477622	1,504337	1,531509	1,559156	1,587298	1,61595	1,645128
10	1,049581	1,073135	1,097035	1,120993	1,145103	1,169221	1,193694	1,218067	1,242922	1,267856	1,29313	1,318707	1,34463	1,370933	1,397656	1,424837	1,45251	1,480707	1,509458	1,53879	1,568733	1,599315	1,630563	1,662504	1,695162
11	1,049581	1,073135	1,097035	1,120993	1,145103	1,169221	1,193694	1,218067	1,242922	1,267856	1,29313	1,318707	1,34463	1,370933	1,397656	1,424837	1,45251	1,480707	1,509458	1,53879	1,568733	1,599315	1,630563	1,662504	1,695162

Tabela 5.2 Resultados das projeções do fluxo de caminhões para os subtrechos da Rodovia BR-116/MG

Subtrecho	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	2425	2509	2596	2685	2777	2869	2968	3064	3168	3271	3379	3489	3603	3721	3842	3967	4096	4229	4367	4509	4656	4809	4967	5130	5300
2	2413	2497	2583	2672	2763	2855	2953	3049	3152	3255	3362	3472	3586	3703	3823	3947	4076	4208	4345	4487	4634	4785	4942	5105	5274
3	2912	3002	3095	3188	3285	3381	3482	3582	3687	3792	3900	4011	4124	4240	4359	4480	4605	4733	4864	4999	5137	5279	5424	5574	5728
4	2742	2824	2909	2994	3082	3169	3264	3351	3450	3544	3643	3745	3848	3954	4062	4173	4287	4404	4523	4646	4772	4901	5034	5170	5309
5	2831	2913	2998	3082	3172	3256	3355	3437	3540	3633	3732	3833	3936	4042	4151	4262	4375	4492	4612	4734	4860	4988	5120	5256	5395
6	2153	2234	2317	2403	2489	2579	2669	2762	2857	2954	3054	3156	3260	3367	3476	3589	3703	3821	3941	4065	4191	4321	4454	4590	4730
7	3223	3346	3472	3602	3733	3870	4004	4150	4291	4441	4593	4748	4907	5070	5237	5408	5583	5763	5946	6135	6328	6525	6728	6936	7149
8	2940	3037	3137	3238	3342	3447	3557	3666	3780	3895	4013	4134	4258	4385	4515	4649	4786	4927	5071	5219	5370	5526	5686	5850	6019
9	2619	2739	2862	2993	3119	3269	3386	3559	3685	3847	4002	4162	4325	4492	4662	4836	5012	5191	5372	5555	5741	5928	6116	6306	6496
10	2729	2851	2975	3109	3233	3391	3496	3683	3797	3964	4115	4273	4434	4597	4764	4932	5103	5276	5451	5627	5805	5984	6163	6343	6523
11	2392	2498	2607	2725	2833	2971	3064	3227	3328	3474	3607	3745	3886	4029	4175	4323	4472	4624	4777	4932	5087	5244	5401	5559	5717

Tabela 5.3 Resultados das projeções do fluxo de tráfego de ônibus para os subtrechos da Rodovia BR-116/MG

Subtrecho	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	142	146	149	153	156	159	163	167	171	174	178	182	186	190	194	199	203	208	212	217	222	227	233	238	244
2	134	137	140	144	147	150	154	157	160	164	168	171	175	179	183	187	191	195	200	204	209	214	219	224	229
3	171	174	177	180	183	186	189	192	195	198	201	203	206	209	212	216	219	222	225	228	231	235	238	242	245
4	191	194	198	201	204	208	211	214	218	221	224	228	231	235	238	242	245	249	252	256	260	264	268	272	276
5	295	300	305	311	316	321	327	332	337	342	348	353	359	364	370	375	381	387	393	399	405	411	417	423	430
6	292	301	311	320	329	339	348	357	367	376	386	395	405	415	425	434	444	454	465	475	485	496	507	517	528
7	152	156	161	165	170	175	179	184	188	193	198	202	207	212	217	222	227	232	238	243	249	254	260	266	273
8	146	150	153	157	161	165	168	172	176	180	184	188	191	196	200	204	208	212	217	221	226	230	235	240	245
9	139	142	145	148	151	154	157	160	163	166	169	172	175	179	182	185	189	192	196	199	203	206	210	214	218
10	195	199	203	208	212	217	221	226	230	235	240	244	249	254	259	264	269	274	280	285	291	296	302	308	314
11	110	112	115	117	120	122	125	127	130	132	135	138	140	143	146	149	152	154	157	161	164	167	170	173	177

Tabela 5.4 Resultados das projeções em VDM – Volume Diário Médio para os subtrechos da Rodovia BR-116/MG

Subtrecho	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	3358	3464	3573	3685	3800	3914	4038	4157	4287	4413	4547	4682	4823	4968	5116	5270	5428	5591	5759	5933	6113	6299	6493	6692	6899
2	3470	3579	3690	3805	3922	4039	4166	4287	4418	4549	4685	4824	4968	5116	5267	5423	5585	5750	5923	6100	6285	6474	6671	6874	7086
3	5743	5882	6025	6167	6314	6459	6608	6757	6911	7065	7221	7381	7543	7709	7878	8050	8226	8406	8589	8778	8970	9168	9369	9577	9789
4	4812	4930	5053	5174	5298	5423	5554	5677	5813	5943	6078	6218	6358	6502	6647	6797	6949	7105	7263	7427	7594	7765	7941	8121	8304
5	7003	7159	7319	7479	7644	7802	7977	8134	8312	8480	8656	8833	9014	9197	9385	9575	9769	9968	10171	10377	10588	10803	11024	11250	11482
6	6607	6828	7052	7280	7506	7741	7970	8209	8446	8688	8933	9181	9433	9689	9948	10211	10478	10750	11026	11307	11591	11883	12178	12478	12785
7	4781	4950	5123	5299	5477	5662	5841	6036	6223	6422	6623	6826	7034	7248	7466	7688	7916	8150	8388	8633	8884	9139	9402	9672	9949
8	4380	4513	4648	4786	4927	5069	5215	5361	5513	5666	5823	5983	6145	6313	6483	6658	6837	7020	7208	7400	7596	7797	8005	8217	8435
9	4282	4438	4597	4765	4926	5113	5266	5477	5639	5838	6031	6228	6429	6636	6845	7059	7276	7495	7718	7943	8173	8403	8636	8872	9108
10	5188	5365	5545	5735	5915	6131	6292	6537	6708	6934	7145	7362	7584	7809	8038	8270	8506	8744	8987	9232	9480	9730	9983	10238	10494
11	3852	3991	4133	4284	4426	4597	4725	4921	5057	5237	5405	5579	5756	5936	6119	6305	6492	6683	6876	7072	7269	7468	7668	7870	8074

Tabela 5.5 Resultados das participações do volume de veículos comerciais por subtrecho da Rodovia BR-116/MG

Subtrecho	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	76,44%	76,65%	76,83%	77,01%	77,18%	77,36%	77,54%	77,72%	77,89%	78,06%	78,23%	78,41%	78,56%	78,72%	78,89%	79,05%	79,20%	79,36%	79,51%	79,66%	79,80%	79,95%	80,09%	80,22%	80,36%
2	73,40%	73,60%	73,79%	74,01%	74,20%	74,40%	74,58%	74,78%	74,97%	75,16%	75,35%	75,52%	75,70%	75,88%	76,06%	76,23%	76,40%	76,57%	76,73%	76,90%	77,06%	77,22%	77,36%	77,52%	77,66%
3	53,68%	54,00%	54,31%	54,61%	54,93%	55,23%	55,55%	55,85%	56,17%	56,48%	56,79%	57,09%	57,40%	57,71%	58,02%	58,34%	58,64%	58,95%	59,25%	59,55%	59,84%	60,14%	60,43%	60,73%	61,02%
4	60,95%	61,22%	61,49%	61,75%	62,02%	62,27%	62,57%	62,80%	63,10%	63,35%	63,62%	63,90%	64,16%	64,43%	64,69%	64,96%	65,22%	65,49%	65,74%	66,00%	66,26%	66,52%	66,77%	67,01%	67,26%
5	44,64%	44,88%	45,13%	45,37%	45,63%	45,85%	46,16%	46,34%	46,64%	46,88%	47,13%	47,39%	47,65%	47,91%	48,17%	48,43%	48,68%	48,95%	49,21%	49,47%	49,73%	49,98%	50,23%	50,48%	50,73%
6	37,01%	37,13%	37,27%	37,40%	37,54%	37,70%	37,85%	37,99%	38,17%	38,33%	38,51%	38,68%	38,85%	39,03%	39,21%	39,40%	39,58%	39,77%	39,96%	40,15%	40,34%	40,54%	40,74%	40,93%	41,13%
7	70,59%	70,75%	70,92%	71,09%	71,26%	71,44%	71,61%	71,80%	71,97%	72,16%	72,34%	72,52%	72,70%	72,88%	73,05%	73,23%	73,40%	73,56%	73,72%	73,88%	74,03%	74,18%	74,32%	74,46%	74,60%
8	70,46%	70,62%	70,78%	70,94%	71,10%	71,26%	71,43%	71,59%	71,76%	71,92%	72,08%	72,24%	72,40%	72,56%	72,73%	72,89%	73,04%	73,21%	73,36%	73,51%	73,67%	73,82%	73,97%	74,11%	74,26%
9	64,41%	64,92%	65,41%	65,92%	66,38%	66,95%	67,28%	67,90%	68,24%	68,74%	69,16%	69,59%	70,00%	70,39%	70,77%	71,13%	71,48%	71,82%	72,14%	72,44%	72,73%	73,00%	73,25%	73,49%	73,72%
10	56,36%	56,85%	57,31%	57,84%	58,24%	58,85%	59,08%	59,80%	60,03%	60,56%	60,95%	61,36%	61,75%	62,12%	62,49%	62,83%	63,16%	63,47%	63,77%	64,04%	64,30%	64,54%	64,76%	64,96%	65,15%
11	64,95%	65,40%	65,86%	66,34%	66,72%	67,28%	67,49%	68,16%	68,38%	68,86%	69,23%	69,60%	69,94%	70,28%	70,62%	70,93%	71,23%	71,49%	71,76%	72,02%	72,24%	72,46%	72,65%	72,83%	73,00%



6. ANÁLISE DO TRÁFEGO DA RODOVIA

6.1 Metodologia

Para efeito de análise do desempenho da rodovia em seus vários trechos, adotou-se a metodologia preconizada no Highway Capacity Manual – HCM versão 2000, publicada pelo TRB – Transportation Research Board, que vem sendo adotado como referência de análise de desempenho nas principais concessões de rodovias brasileiras.

Este método classifica o desempenho da rodovia em diferentes “Níveis de Serviço”, variando de “A” até “F”, no qual A seria o estado em que a rodovia apresenta baixos volumes de tráfego em relação a sua capacidade, e F seria o momento em que a via estaria completamente saturada.

Foi adotado como padrão mínimo de desempenho admitido para as rodovias analisadas, o **Nível de Serviço “C”**, que ainda permite um certo grau de conforto aos usuários.

As análises foram efetuadas adotando-se o software “HCS - Highway Capacity Software” desenvolvido pelo McTrans Center at the University of Florida, que simula os procedimentos definidos no Highway Capacity Manual (HCM2000)

6.1.1 Dados de entrada no Software HCS

São apresentados a seguir os principais dados utilizados para a determinação do Nível de Serviço, e as premissas utilizadas:

a) Parâmetros Geométricos:



- **Largura da faixa de rolamento** – adotada como 3,5m;
- **Largura do acostamento** – considerada sempre superior a 1,8m (valor que não causa efeito de restrição lateral de capacidade);
- **Comprimento do trecho homogêneo;**
- **Classe de Rodovia** (Classe I de rodovias importantes, como é o caso da BR 116, e Classe II que seriam rodovias secundárias);
- **Tipo de relevo** – plano, ondulado ou montanhoso;

- **Porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida** – a partir do cadastro da geometria da via e do perfil, foram levantados os trechos com restrição de ultrapassagem nas rodovias de pista simples, dentro do critério das distâncias de visibilidade para as velocidades regulamentadas, em cada trecho.

A tabela a seguir apresenta os valores de restrição de ultrapassagem obtidos para cada subtrecho:

Subtrecho	% não ultrapass.
1	60
2	52
3	53
4	34
5	56
6	35
7	66
8	77
9	39
10	62
11	44



- **Número de acessos** – considerado o valor médio estimado de entradas por quilômetro de via;

b) Parâmetros Operacionais

- **Volume na hora Pico;**

Para a determinação deste parâmetro foram adotados os seguintes procedimentos:

- Determinação do maior volume horário (Vhmax) entre todas as horas pesquisadas no trecho durante os sete dias de pesquisa;
- Divisão desse maior volume horário pelo valor médio diário dos volumes veiculares dos sete dias, obtendo-se assim um parâmetro (p) que expressa a relação entre a hora de pico e a média dos volumes diários;
- Multiplicação desse fator (p) obtido pelo **VDM equivalente** efetivo do trecho, obtendo-se assim o valor considerado como **Volume na Hora Pico**;

Adotou-se o critério de **veículos equivalentes**, para a determinação do VDM equivalente, no qual foram considerados que os veículos comerciais teriam um “peso” superior ao dos veículos de passeio, considerando-se que no caso de terrenos ondulados esse coeficiente seria 2,5.

Assim o VDM equivalente = VDM de autos + VDM de veículos comerciais x 2,5.

- **Distribuição direcional** – considerou-se a distribuição entre os volumes de tráfego por sentido, obtidos na hora de maior volume (Vhmax) dos sete dias de pesquisa;



- **Fator de pico horário** – resultado da divisão entre o valor do maior volume horário (Vhmax) e a multiplicação por 4 do maior volume para um intervalo de 15 minutos, obtido dentro dessa hora de maior volume.
- **Porcentagem de veículos comerciais** – não foi considerada, uma vez que esses veículos já foram computados no critério de veículos equivalentes;
- **Porcentagem de veículos recreacionais (trailers)** – não foi considerada devido ao baixo número de veículos desse tipo;
- **Velocidade de Fluxo Livre** – foi adotada a velocidade média mais elevada para autos (intervalo de uma hora) encontrada durante os sete dias de pesquisa;
- **Fluxo de autos livre** – volume de autos medidos na condição do item anterior;

A tabela a seguir apresenta os valores de Velocidade de Fluxo Livre e Volumes encontrados nos subtrechos pesquisados.

SubTrecho	Volume	Vel Flux. Livre (km/h)
1	28	95
2	35	90
3	130	90
4	90	95
5	80	85
6	240	90
7	100	100
8	60	100
9	40	100
10	120	90
11	70	90

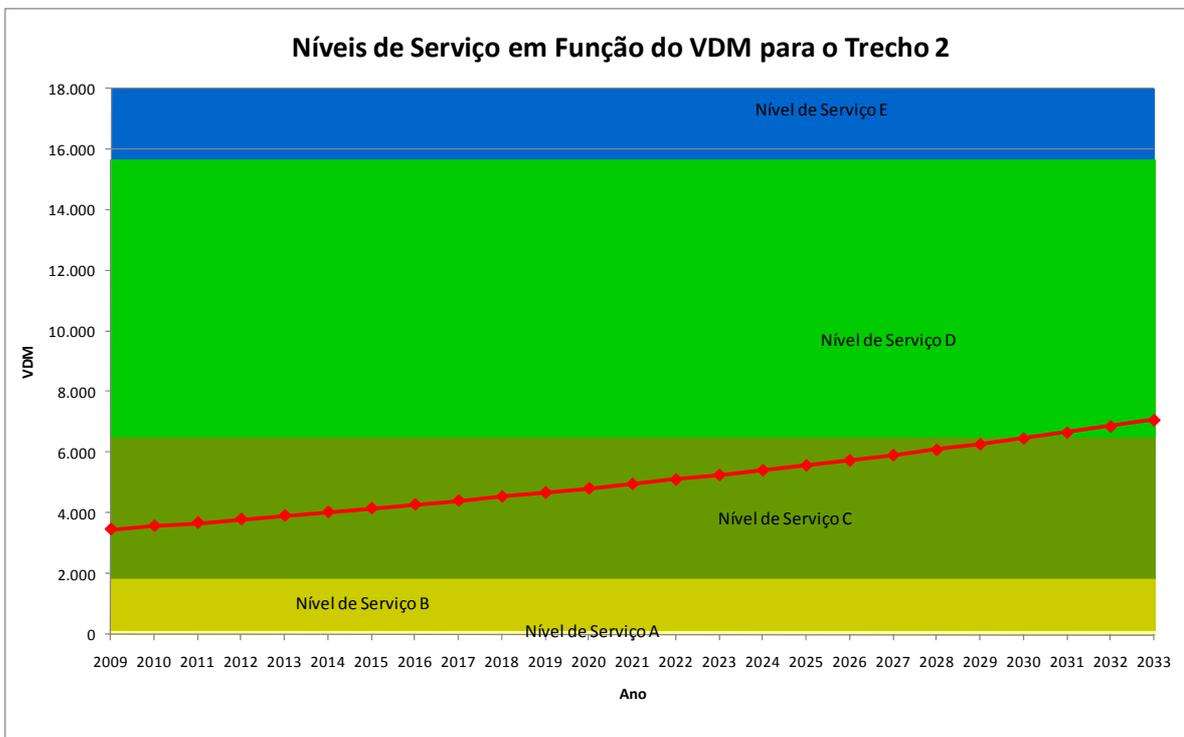
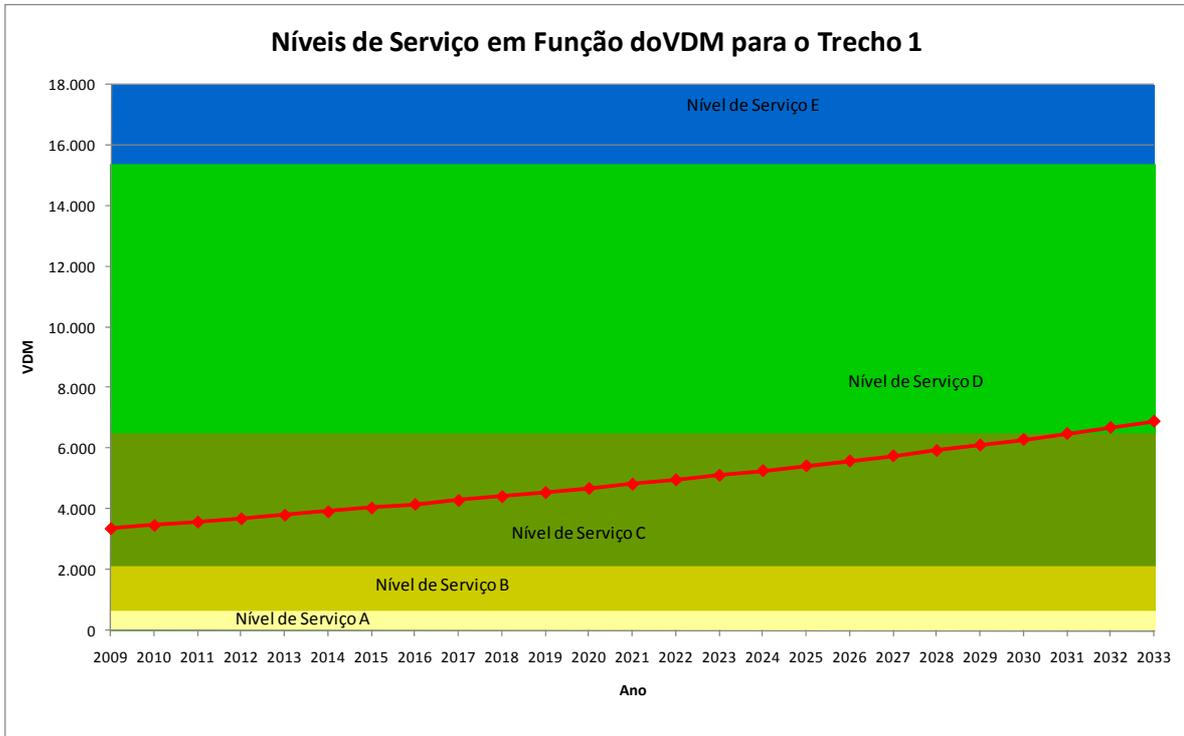
6.2 Análise do Nível de Serviço para subtrechos de rodovia

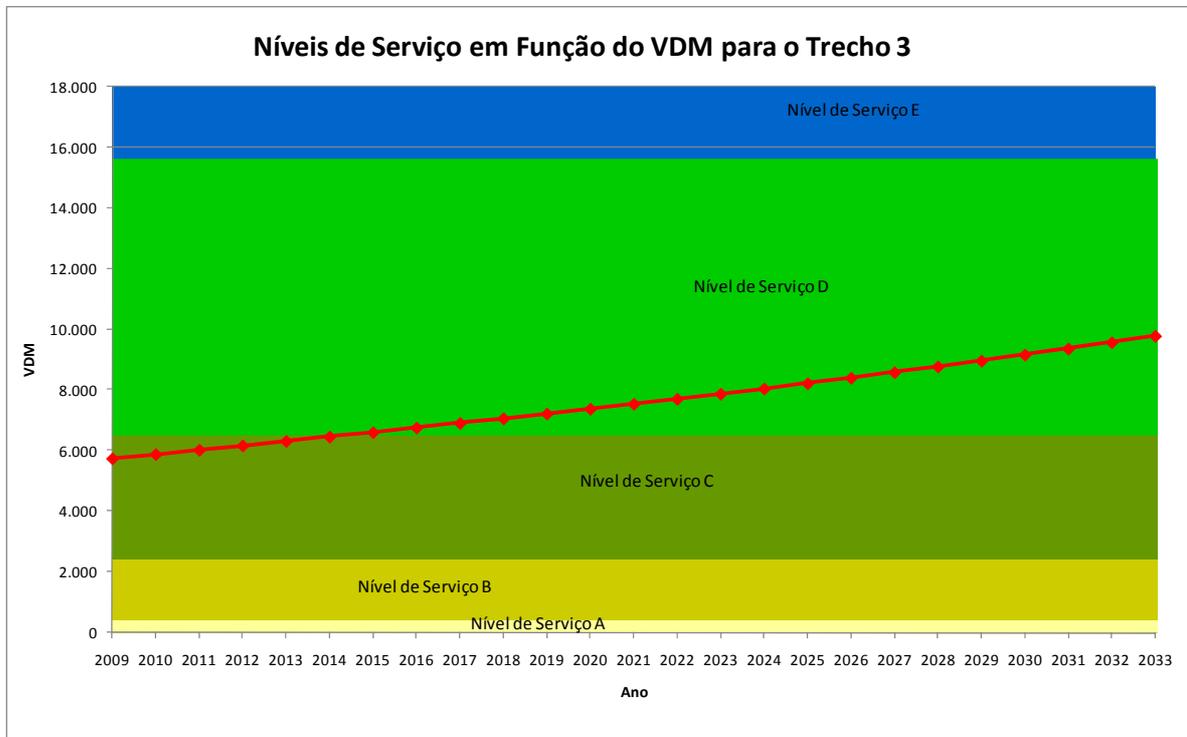
Baseados na metodologia exposta anteriormente, foram analisados os níveis de serviço para cada trecho durante os 25 anos de previsão da concessão.

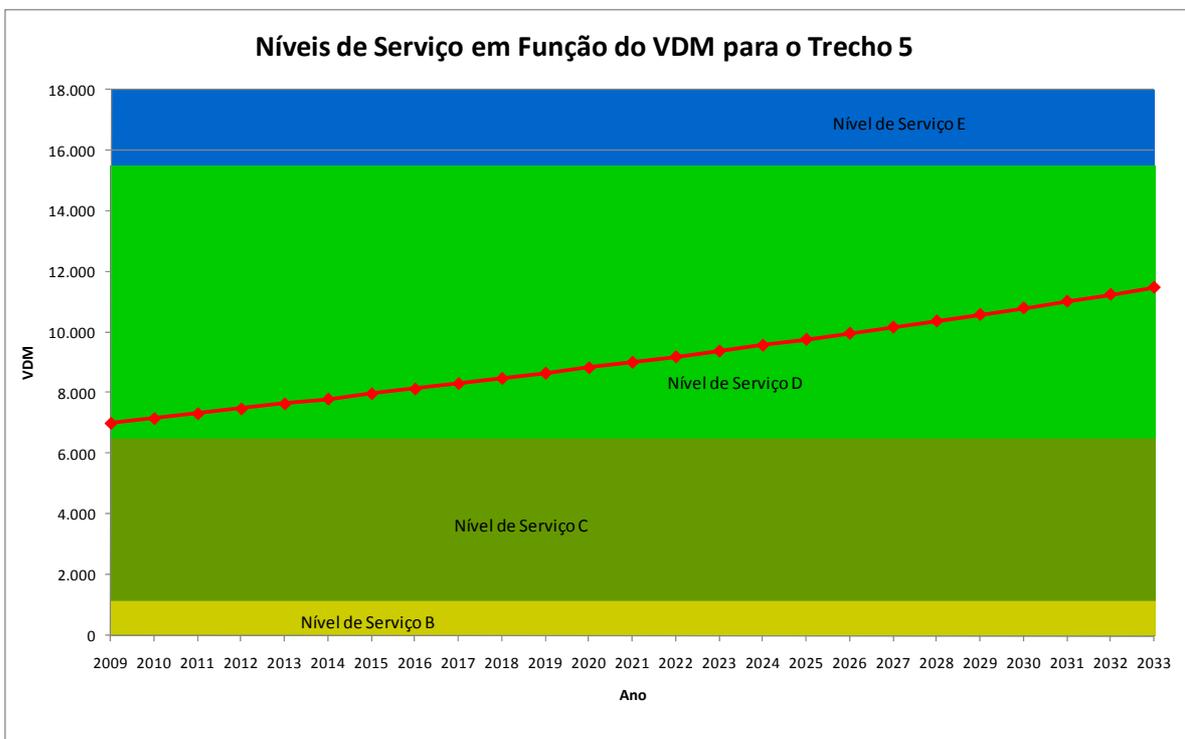
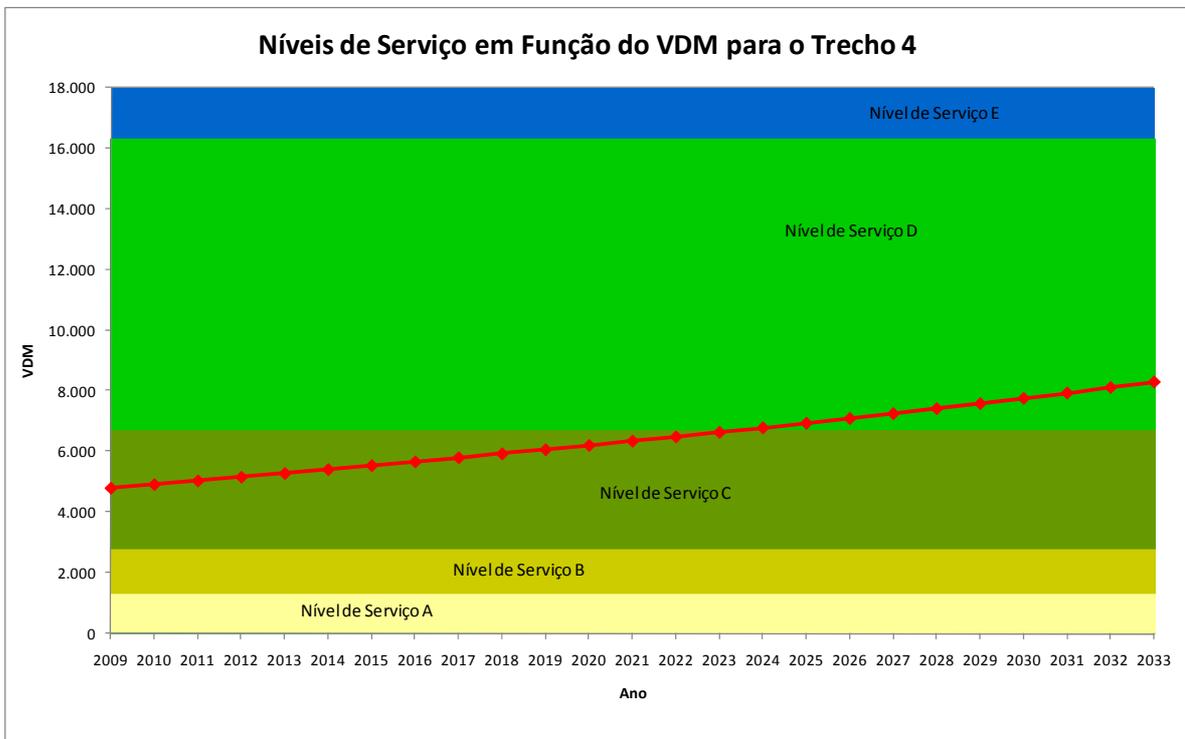
As tabelas e os gráficos a seguir, apresentam os resultados obtidos.

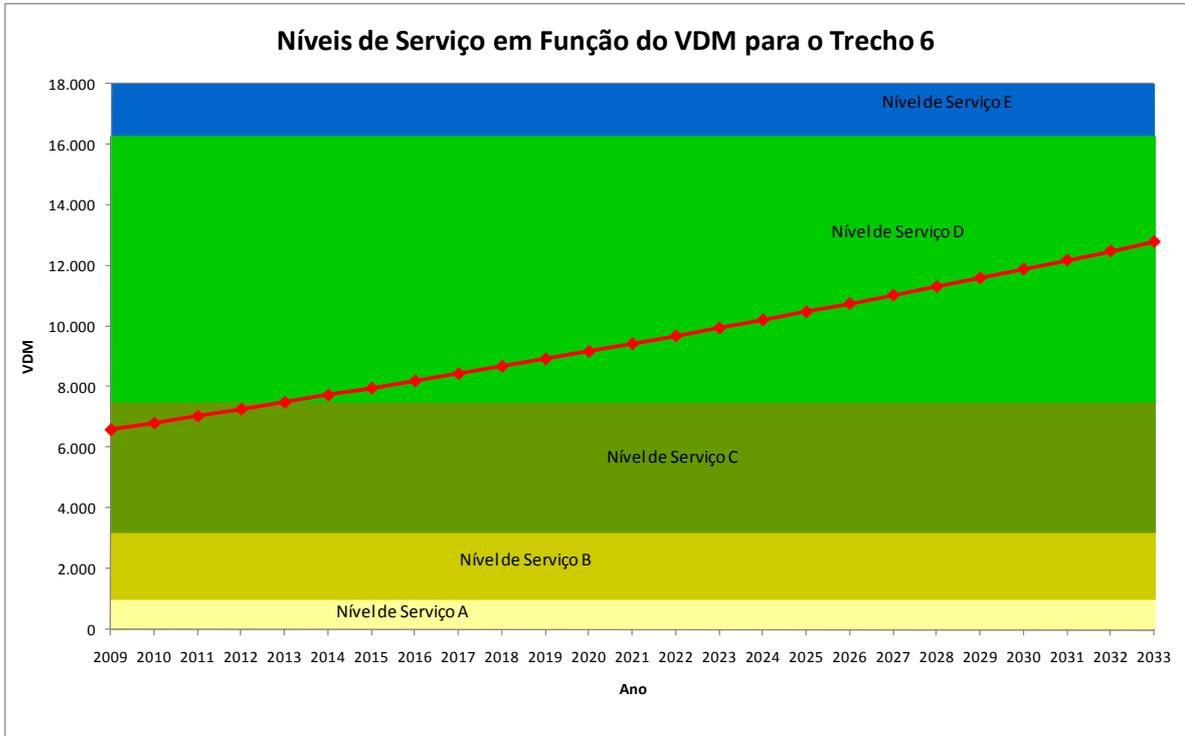
Tabela 6.1 Níveis de Serviço por subtrecho ao longo do período de concessão da Rodovia BR116/MG.

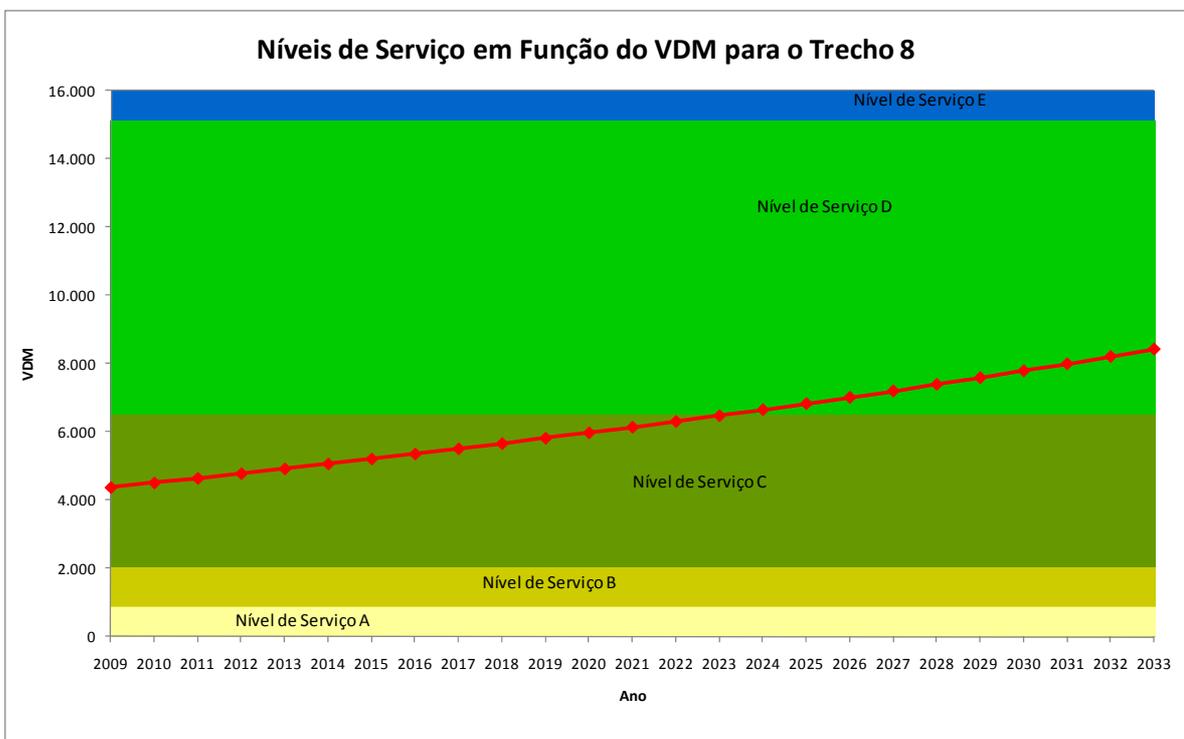
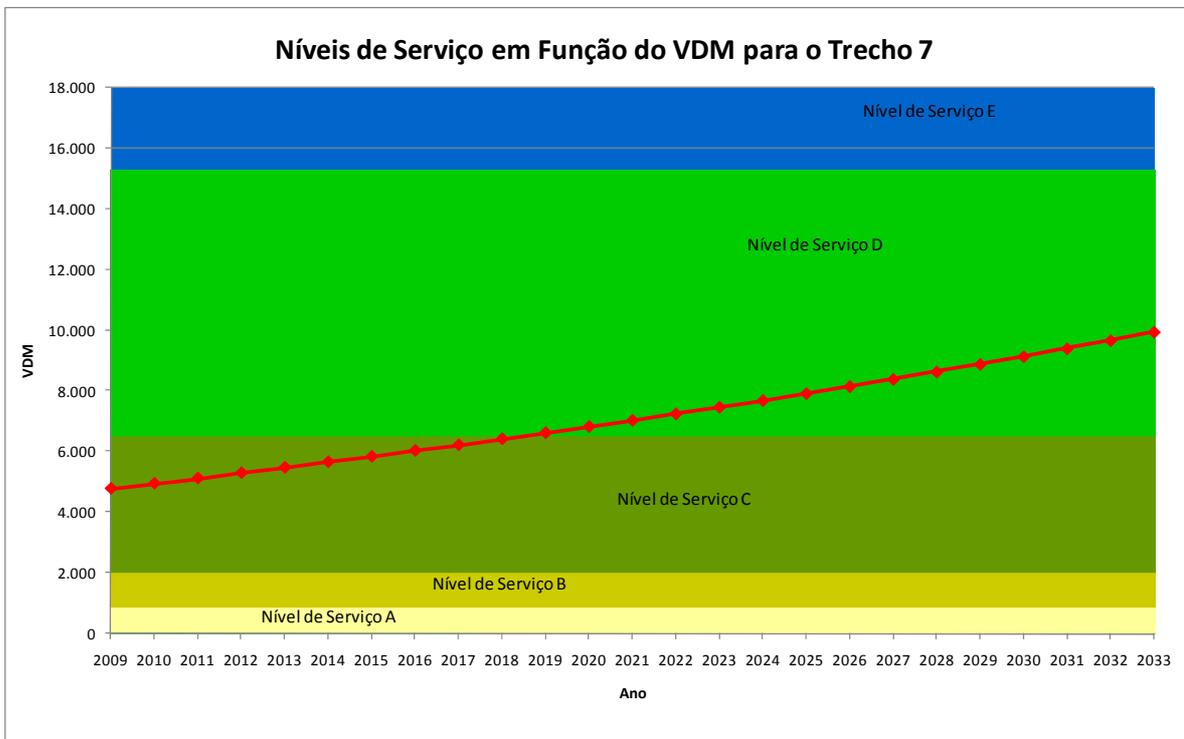
Subtrecho	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
1	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	
2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D
3	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
5	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
6	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
7	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
9	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
10	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
11	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D

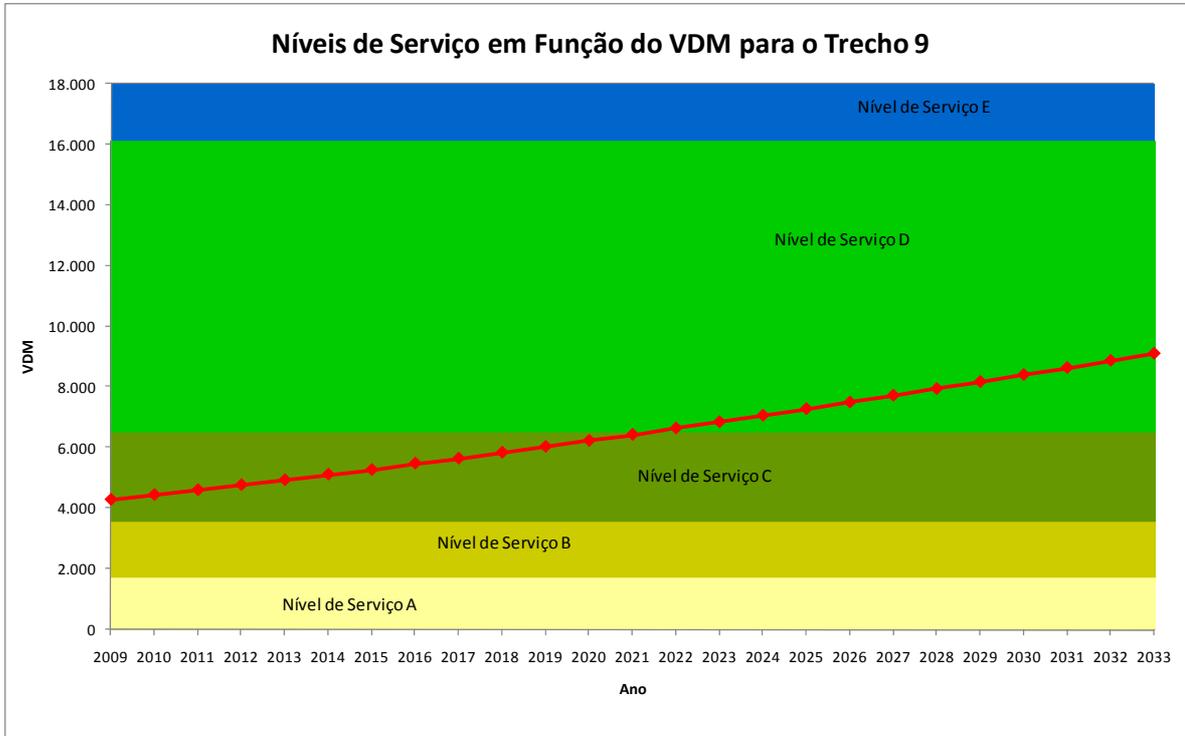


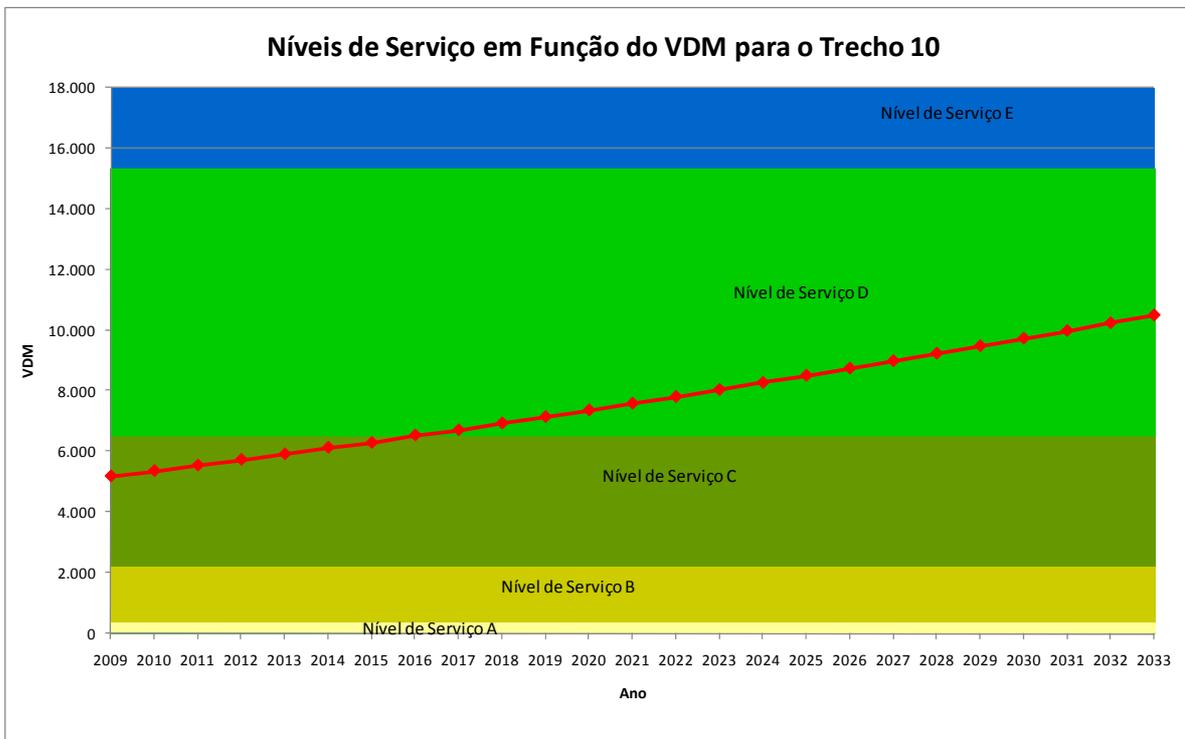


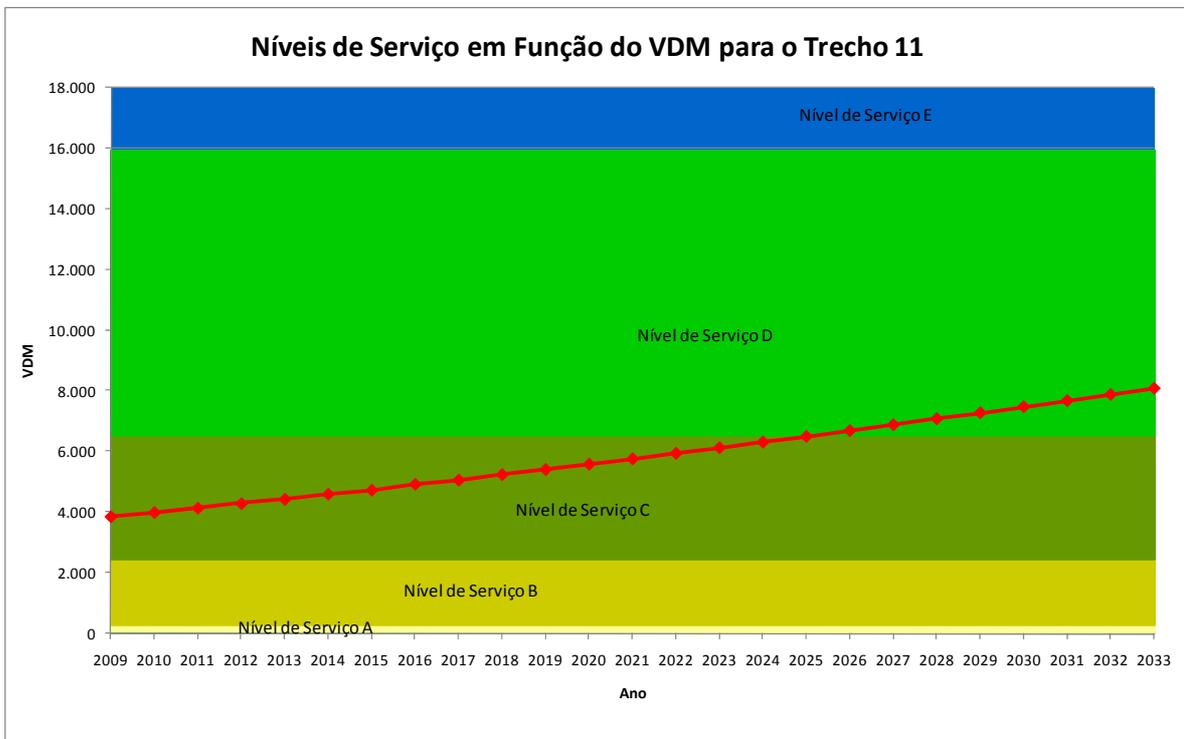












7. PROPOSTAS DE AMPLIAÇÃO DE CAPACIDADE

7.1 Aumento de capacidade da rodovia.

A metodologia utilizada para essa análise, que é a do HCM, conforme explicado no item 6.1, classifica o desempenho da rodovia em diferentes “Níveis de Serviço”, variando de “A” até “F”, no qual A seria o estado em que a Rodovia apresenta baixos volumes em relação a sua capacidade, com grande conforto para seus usuário e, F seria o outro extremo, quando a via estaria completamente saturada.

Foi adotado como padrão mínimo de desempenho admitido para cada trecho das rodovias analisadas, o **Nível de Serviço “C”**, que é ainda um padrão com relativo conforto e, principalmente, com um bom nível de segurança para os seus usuários.

Desta forma, está sendo proposto um valor de VDM (volume diário médio) para cada trecho, que corresponderá ao momento da mudança do nível “C” para o nível “D” que seria o **“Gatilho”** que representa o momento da necessidade da ampliação de capacidade da rodovia.

Esse aumento da capacidade se traduz em duplicação dos subtrechos com pista simples, ou aumento do número de faixas nas vias que já são duplicadas, que não se aplica no caso da Rodovia BR 116/MG onde todos os subtrechos são atualmente de pista simples.

A tabela a seguir apresenta os valores do VDM, para cada trecho, que representa esse gatilho, ou seja, quando ocorre a transição do nível “C” para o nível “D”.

Gatilho do nível de serviço de C para D

SubTrecho	VDM
1	7.700
2	7.600
3	6.800
4	7.600
5	7.000
6	7.700
7	7.000
8	7.300
9	7.200
10	6.800
11	7.400

Baseados na metodologia exposta anteriormente foram analisados os níveis de serviço para cada trecho, durante os 25 anos de previsão da concessão, que estão sintetizados na tabela a seguir, a qual apresenta grafados os anos que os volumes de tráfego passarão a corresponder a níveis maiores que “C” e, conseqüentemente indicam a necessidade de ampliação de capacidade.

Deve-se observar, no entanto, que esses dados são baseados nas taxas de crescimento estimadas, e que quaisquer alterações dos fatores determinantes desse crescimento (tais como economia, produção de grãos, produção industrial, etc), poderão alterar o ano em que ocorrerá o valor do VDM que corresponde ao gatilho e assim alterar o ano da necessidade de ampliação da capacidade.

Com base nas análises apresentadas, verifica-se que, dentro do horizonte de 25 anos do projeto, haverá a necessidade de ampliações em diferentes trechos.

Tabela 7.1 Níveis de Serviço por subtrecho ao longo do período de concessão.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									

 Nível de Serviço C
 Nível de Serviço D

7.2 Melhorias para os Trechos Urbanos

A Rodovia BR 116/MG tem o traçado que secciona áreas urbanas, nesses locais é necessário implantar melhorias para segregação do tráfego rodoviário em relação ao tráfego urbano, associadas à eliminação de travessias em nível e aos tratamentos adequados para a movimentação de pedestres, com a implantação de viadutos e passarelas.

Deve-se considerar ainda que algumas áreas urbanas já possuem vias locais ou marginais na porção do trecho urbano da Rodovia, para estas situações estão sendo propostas medidas de complementação.

A medida proposta, para mitigar os impactos gerados pela barreira provocada pela inserção da Rodovia, consiste na implantação de vias marginais de características locais em todos os trechos em que a rodovia secciona uma área urbana consolidada, de forma a eliminar a movimentação do tráfego urbano local da Rodovia BR 116.

Na tabela 7.2 a seguir estão apresentados os trechos urbanos da Rodovia BR 116/MG, para os quais estão sendo propostas medidas específicas, tais como implantação de vias locais e vias marginais.

Tabela 7.2 Trechos Urbanos – medidas propostas

TRECHO URBANO	ANO DA INTERVENÇÃO DA VIA LOCAL OU MARGINAL	EXTENSÃO DE VIAS LOCAIS OU MARGINAIS
1	2011	1,7
2	2010	3,2
3	2009	4,1
4	2012	1,1
5	2012	0,7
6	2012	5,9
7	2009	2,7
8	2011	1,4
9	2013	2,5
10	2013	2,1
11	2013	1,3
Total		26,6

7.3 Terceiras faixas em seção de pista simples

7.3.1 Metodologia

A necessidade de faixa adicional nas rodovias é normalmente associada a existência de rampas que diminuem a velocidade dos veículos pesados, criando restrição ao desempenho dos veículos leves, que necessitarão assim, de boas condições para efetuar a ultrapassagem.

A metodologia empregada nesse tipo de estudo é a preconizada pelo HCM – *Highway Capacity Manual* do TRB – Transportation Research Board e admitida nos manuais de projeto do DNIT .

Se fossem seguidas essas premissas deveriam receber faixas adicionais somente os trechos em que as rampas tenham declividade superior a 3% e comprimento superior a 800m. Porém, as vistorias efetuadas na BR 116, mostraram que as dificuldades de ultrapassagem são muito grandes, mesmo nos segmentos planos, pois a rodovia está apoiada em encostas, sendo então muito sinuosa, fazendo que os veículos leves fiquem muito tempo retidos pelos veículos mais lentos, sendo induzidos a tentar ultrapassagens em locais não seguros.

Assim, além dos trechos com rampas ascendentes, também estão sendo propostas faixas adicionais em trechos relativamente planos mas, com grande sinuosidade, de forma a permitir uma melhoria para a segurança das ultrapassagens nesses locais.

- **Proposições de 3ª Faixas Adicionais**

Na tabela 7.3 a seguir é apresentada a quantidade de faixas adicionais necessárias para essas melhorias propostas, que totalizam 158,36 km de 3ª faixas adicionais a serem implantadas.

Com essa implantação ter-se-á 3ªs faixas adicionais perfazendo uma extensão total 298,20 km (139,84 kms já existentes e 158,36 kms implantados pela concessão).

Tabela 7.3 Proposições de 3ª Faixas Adicionais na Rodovia BR 116/MG

Subtrecho	Km inicial	Km final	Extensão (km)	Ano da Intervenção	Extensão de faixa adicional (km)
1	0,0	117,0	117,0	2010	14
2	117,0	273,6	156,6	2010	45
3	273,6	337,0	63,4		-
4	337,0	400,1	63,1	2011	17
5	400,1	422,1	22,0		-
6	422,1	525,9	103,8		-
7	525,9	607,1	81,2	2011	20
8	607,1	650,5	43,4	2009	17
9	650,5	702,2	51,7	2009	15,36
10	702,2	773,0	70,8	2010	16
11	773,0	816,7	43,7	2010	14
Total					158,36

7.4 RESUMO DAS INTERVENÇÕES

A tabela a seguir, apresenta, de modo sucinto, as principais intervenções físicas necessárias.

Subtrecho	Km Inicial	Km Final	Ext. (km)	Faixa Adicional a Construir (pista 3,5m)		Duplicação				
				Ano	Ext. (km)	Ano	Ext. (km)	Ano	Ext. (km)	
1	S	0,0	117,0	117,0	2	2010	14	24	2032	117,00
2	S	117,0	273,6	156,6	2	2010	45	23	2031	156,60
3	S	273,6	337,0	63,4			-	7	2015	63,40
4	S	337,0	400,1	63,1	3	2011	17	17	2025	63,10
5	S	400,1	422,1	22,0			-	1	2009	22,00
6	S	422,1	525,9	103,8			-	5	2013	103,80
7	S	525,9	607,1	81,2	3	2011	20	11	2019	81,20
8	S	607,1	650,5	43,4	1	2009	17	16	2024	43,40
9	S	650,5	702,2	51,7	1	2009	15,36	14	2022	51,70
10	S	702,2	773,0	70,8	2	2010	16	8	2016	70,80
11	S	773,0	816,7	43,7	2	2010	14	18	2026	43,70