



ISSN: 2238-3220

ANÁLISE DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DO TRÁFEGO (VMDAT) COMO PARÂMETRO NO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DA RODOVIA MG-424

ANALYSIS OF THE AVERAGE DAILY TRAFFIC VOLUME (VMDAT) AS A PARAMETER IN THE DIMENSIONING OF THE MG-424 ROAD PAVEMENT

Douglas de Brito Alves (FEAMIG)

<douglasbritto@gmail.com>

Altamiro Alves de Sousa (FEAMIG)

<altamiro_sousa@oi.com.br>

Daniel Vasconcellos de Souza (FEAMIG)

<bradan.souza@gmail.com>

Luana Teixeira Pessoa (FEAMIG)

<luanateixeirapessoa@gmail.com>

Fernando César Zanette (FEAMIG)

<fernando.zanette@feamig.br>

RESUMO

O Brasil passou por um grande crescimento econômico entre 2008 e 2013, o que refletiu no desenvolvimento do vetor norte de Belo Horizonte/MG. Esse avanço proporcionou um considerável aumento no tráfego de carga da rodovia MG-424. Como o projeto de aumento de capacidade do trecho entre Matozinhos e Prudente de Moraes é de 2008 e há uma iminência do início das obras, este trabalho tem por objetivo realizar uma análise do tráfego e comparar com o projeto já existente. Para isso, foi necessária uma pesquisa de campo no trecho do estudo para coletar os dados necessários. Dessa forma, conclui-se que o aumento da frota e o crescimento econômico no Brasil influenciou diretamente no aumento do tráfego no trecho do estudo e por isso, o projeto deverá ser atualizado ou deverá passar por constantes manutenções.

Palavras-chave: desenvolvimento; tráfego; capacidade; análise do tráfego; pesquisa de campo.

ABSTRACT

Brazil underwent a great economic growth between 2008 and 2013, which reflected in the development of the north vector of Belo Horizonte / MG. This advance provided a considerable increase in freight traffic on the MG-424 highway. As the project to increase capacity of the stretch between Matozinhos and Prudente de Moraes is 2008 and there is an imminence of the beginning of the works, this work aims to perform a traffic analysis and compare with the existing project. For this, a field survey was necessary in the study section to collect the necessary data. Thus, it is concluded that the increase of the fleet and economic growth in Brazil directly influenced the increase of traffic in the study stretch and therefore, the project must be updated or it must undergo constant maintenance.

Keywords: development; traffic; capacity; traffic analysis; field research.

Correspondência/Contato

Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

FEAMIG

Rua Gastão Bráulio dos Santos, 837

CEP 30510-120

Fone (31) 3372-3703

parametrica@feamig.br

http://www.feamig.br/revista

Editores responsáveis

Wilson José Vieira da Costa

wilsoncosta@feamig.br

Raquel Ferreira de Souza

raquel.ferreira@feamig.br

1 INTRODUÇÃO

Dimensionar um pavimento ou dar manutenção a este não tem sido uma tarefa fácil, pois o tráfego nas rodovias brasileiras aumentou significativamente nos últimos anos e consequentemente, são necessários estudos prévios de volume de tráfego e composição de frota.

Para projetar o dimensionamento de um pavimento, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) preconiza o estudo classificatório do tráfego que atua sobre ele, considerando pesquisas e contagem do volume médio de tráfego diário. Nesse sentido, de posse das informações, pode-se calcular o número “N”, parâmetro de dimensionamento do pavimento, aplicando-se os métodos do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE) e da Associação Norte-Americana de Especialistas Rodoviários e de Transporte (AASHTO).

O número N é definido pelo número de repetições de um eixo-padrão durante o período de vida útil do projeto, que teria o mesmo efeito que o tráfego previsto sobre a estrutura do pavimento. Além do fator crescimento de tráfego, especificamente, também se pode atribuir pesos ao estudo futuro, os dados socioeconômicos das cidades próximas às áreas de estudo, evolução demográfica, renda *per capita* e atividades industriais e comerciais da região, dentre outros (DNIT, 2006).

Com o aquecimento econômico que ocorreu entre 2008 e 2013, o Governo do Estado de Minas Gerais investiu no aumento da capacidade das vias da cidade de Belo Horizonte, visto que é uma posição estratégica para atração de investimentos. Um exemplo dessas melhorias foi a duplicação da Avenida Presidente Antônio Carlos e a Linha Verde (Avenida Cristiano Machado, MG-010 e LMG-800). Esses investimentos fizeram parte do plano de desenvolvimento do Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

A continuação desta reestruturação viária se faz necessária, pois o objetivo era fomentar a criação de um parque industrial de alta tecnologia no entorno do Aeroporto Internacional Tancredo Neves em Confins, com captação de investimentos de empresas nacionais e internacionais (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de MG, 2011). Para tal, o governo visa reestruturar a MG-424 que serve de escoamento de produtos e atração de serviços para a região.

O primeiro projeto executivo de reestruturação da rodovia MG-424 foi realizado em 2008, mas problemas com definição de como as obras seriam executadas inviabilizaram seu início. Este fato prolongou-se até o ano de 2013, quando foi feita uma atualização do projeto original, pois seu dimensionamento tornou-se defasado.

Passados cinco anos desde a última revisão do projeto, faz-se necessária a análise do atual volume de tráfego da rodovia, classificando cada tipo de veículo, a fim de determinar o volume médio diário anual de tráfego (VMDAT) e, conseqüentemente, poder confirmar se o projeto de 2013 ainda pode ser executado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1.1. Contagem Volumétrica

Segundo Balbo (2007), a melhor maneira de quantificar os volumes que circulam nas vias são as contagens em campo. Balbo ainda ressalta que, as contagens são muito empregadas quando se projetam duplicações, melhoramentos ou restauração de pavimentos.

Conforme o DNIT (2006), uma contagem global não leva em conta o sentido de circulação de uma via e sim o registro do número de veículos que por ali circulam. O DNIT ainda salienta que esse tipo de contagem serve para o emprego de cálculo de volume diário, preparação de mapas de fluxo e tendências de tráfego.

Na contagem volumétrica direcional, o DNIT (2006) evoca a necessidade de separar o registro da contagem pelo sentido do fluxo. O objetivo nesse tipo de contagem é a determinação de intervalo de sinais, justificação de controle de trânsito, previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes.

Ainda, segundo o DNIT (2006), as contagens volumétricas classificatórias são as empregadas para fins de dimensionamento estrutural e o projeto geométrico de rodovias serve de determinantes de fatores para correções de contagens mecânicas.

De acordo com o DEER/MG (2013), a contagem de veículos pela configuração por eixos não poderá ser feita em semanas com feriados, dias santos ou datas específicas que alterem

substancialmente o volume de tráfego normal da rodovia. O DEER/MG também indica que para o estudo de campo deverão ser usadas planilhas padronizadas pelos órgãos rodoviários.

2.2. Veículos Representativos em Pesquisas de Tráfego

Macedo *et al.* (2001) indicam que os pavimentos possuem limitações de suporte aos esforços que os veículos lhe transferem e esses limites, quando vencida a resistência do pavimento, fadigam a rolagem, causando rugas, fissuras ou rupturas. Macedo *et al.* (2001) ainda salientam que os veículos com excesso de peso ficam excessivamente lentos, atrapalhando o fluxo dos demais automotores, resultando em acidentes de consequências mais graves.

O CONTRAN (2006), em sua resolução nº 210, estabelece os limites de dimensão para cada veículo que transita pelas rodovias, sendo largura máxima de 2,60 metros, altura máxima de 4,40 metros, comprimento total máximo de 14 metros para veículos não articulados e 19,80 metros para articulados. A resolução nº 210 ainda estabelece os limites de peso, na qual o peso bruto total máximo é de 29 toneladas para veículos não articulados e até 57 toneladas para veículos articulados combinados.

O CONTRAN (2014), em sua resolução nº 489, estabelece as tolerâncias quanto aos limites de carga, sendo 5% sobre o peso bruto total (PBT), peso bruto total combinado (PBTC) e a capacidade máxima de tração (CMT). O CONTRAN ainda tolera 7,5% sobre os limites de peso regulamentar por eixo para os veículos que excederam os primeiros 5% e 10% sobre os limites de peso regulamentares para os veículos que não excederam os primeiros 5%.

De acordo com o DNIT (2006), é fundamental conhecer a quantidade e as características dos veículos circulantes para realizar estudos econômicos, determinar características geométricas da rodovia, dimensionar os pavimentos e os níveis de serviços, além de ajudar fixar valores de pedágio em trechos sob concessão à iniciativa privada.

De acordo com o DENATRAN (2018), a frota de veículos automotores cresceu 93,52% entre janeiro de 2008 e janeiro de 2018. Foram contabilizadas aproximadamente 94,4 milhões de unidades circulantes, entre automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus. Quando se fala em motocicletas, registrou-se também, mais de 25,8 milhões de unidades em 2018, e

essa quantidade representou um acréscimo de 130% em dez anos. Quando se avalia os dados anexando os automóveis e as motocicletas, percebe-se que juntos, são mais de 78 milhões de unidades, representando, praticamente, 91% de toda a frota circulante no país.

O DNIT (2006) salienta que o principal objetivo de uma contagem volumétrica é a determinação da quantidade, sentido e composição do fluxo que passam por um ponto de um sistema viário, numa determinada unidade de tempo. O DNIT ainda indica que há dois tipos de locais para realização de contagens: entre interseções e nas interseções. Entre as interseções, o objetivo é identificar o fluxo de uma via; e nas interseções é levantar o fluxo das vias que se interceptam e de seus ramos de ligação.

2.3. Características do tráfego

Conforme o DNIT (2006), é necessário analisar os elementos fundamentais dos aspectos dinâmicos do tráfego, que são: o volume, a velocidade e a densidade. Estes elementos permitem a avaliação global da fluidez do movimento geral dos veículos.

De acordo com o DNIT (2006), o volume de tráfego em geral é definido pelo número de veículos que passam numa seção ou numa faixa da mesma, em um determinado período de tempo, sendo expresso normalmente por veículo por dia (VPD) ou veículo por hora (VPH).

Balbo (2007) salienta que é pelo volume médio diário que se define o volume total de veículos que trafegam por um segmento completo da via, sem descartar os veículos leves (os mesmos são desprezados para dimensionamento de pavimentos). Balbo também indica que o VMD reúne todos os veículos nos dois sentidos da via, que são exigidos para análise do pavimento.

Segundo Balbo (2007), o VMD é obtido com base no cálculo de 365 dias para abranger as condições de sazonalidade semanais ou mensais do tráfego na respectiva seção da via, incluindo os veículos de passeio, os ônibus e os caminhões (leves, médios e pesados). Balbo ainda diz que o VMD é considerado anual, pois o perfil de tráfego ao longo de um ano servirá para a projeção do tráfego de qualquer ano do horizonte de projeto, sendo necessário definir o volume médio diário no ano de abertura da via conforme alguns processos de contagem e expansão de dados.

2.4. Determinação do Número N

De acordo com DNIT (2006), a correta avaliação da solicitação que o pavimento em análise já sofreu pelo tráfego é imprescindível para um diagnóstico preciso, necessário para o dimensionamento do reforço e também importante para a definição de outras intervenções que necessita da determinação do tráfego futuro.

Para Balbo (2007), o número N é a quantidade de operações dos eixos dos veículos, equivalente às solicitações de um eixo rodoviário padrão de 80 kN durante um período de vida útil do pavimento.

Equação 1: Fórmula para determinação do número “N”

$$N = 365 \times FV \times FR \times FP \times VMD \text{ (Comercial)}$$

Onde:

FV – Fator Veicular Individual, respeitando a Lei da Balança;

FR – Fator Climático;

FP – Fator Pista;

VMD (Comercial) – Volume médio diário dos veículos de carga.

De acordo com Senço (1997), o Fator Veicular (FV) é um agente que transforma o tráfego real no sentido de estudo, em um tráfego proporcional de eixos. Balbo (2007) indica que o FV é a multiplicação do VMDAT comercial de um tipo de veículo específico pelo valor empírico tabelado pelos métodos USACE e AASHTO, dividido pelo somatório do VMDAT comercial total, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Cálculo do Fator Veicular (FV)

Veículos-tipo	VMDAT _{comercial}		FATOR DE VEÍCULO "USACE"		FATOR DE VEÍCULO "AASHTO"	
	Vol.	(%)	FV _i	$VMDAT_{ci} \times FV_i / \sum VMDAT_{ci}$	FV _i	$VMDAT_{ci} \times FV_i / \sum VMDAT_{ci}$
Ônibus (2CB)	139	7,92	5,458	0,433	3,612	0,286
Tribus (3CB)			3,818		1,171	
Ônibus (4DB)			13,948		2,960	
2C	184	10,49	5,458	0,573	3,612	0,379
3C	574	32,73	12,519	4,097	2,481	0,812
4CD	96	5,47	13,948	0,763	2,960	0,162
2S1	13	0,74	10,047	0,074	6,617	0,049
2S2	51	2,91	17,129	0,498	5,350	0,156
2S3	476	27,14	17,820	4,836	5,011	1,360
3S1			17,129		5,350	
3S2	67	3,82	23,737	0,907	4,495	0,172
3S3	100	5,70	15,399	0,878	3,154	0,180
2C2	25	1,43	14,577	0,208	9,593	0,137
2C3	17	0,97	21,714	0,210	8,342	0,081
3C2	10	0,57	21,714	0,124	8,342	0,048
3C3	2	0,11	14,560	0,017	4,593	0,005
2I2			14,577		9,593	
2I3			16,228		11,267	
3I2			21,714		8,342	
3I3			9,473		5,084	
2J3			21,714		8,342	
3J3			14,560		4,593	
3S2S2			35,108		6,524	
3S2C4			46,488		8,555	
3S2S2S2			46,488		8,555	
Total	1.754	100,00	*****	FV_{USACE} = 13,617	*****	FV_{AASHTO} = 3,825

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Para o cálculo do FR, Senço (1997) diz que deve se considerar as mudanças de umidade dos materiais do pavimento durante o ano, pois há variações na capacidade do suporte dos insumos. Senço ainda destaca que o Fator Climático (FR) varia de 0,2 quando a umidade está baixa até 5,0 quando há uma saturação nos materiais.

O DEER-MG (2013) adota por convenção de série histórica o valor de 1,000 para o FR, homogeneizando assim o cálculo.

O Fator Pista (FP), corresponde ao número de veículos de carga (comerciais) que trafegam em cada sentido da pista. Desta forma, em rodovias de pista simples com movimento homogêneo, o FP deverá ser 50%.

3 METODOLOGIA

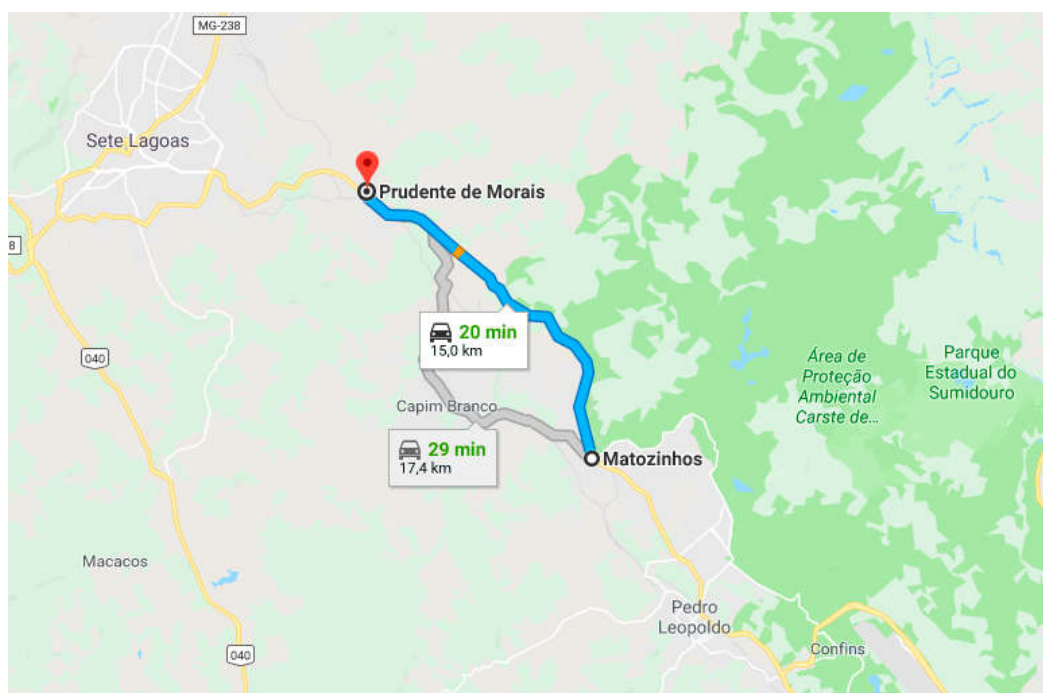
Neste trabalho foi utilizada a pesquisa exploratória, pois o estudo foi realizado na rodovia MG-424 entre as cidades de Matozinhos e Prudente de Moraes, onde os dados eram em parte, desconhecidos, afinal, o projeto de 2008 se encontrava desatualizado.

Quanto aos meios, esta pesquisa se define como um estudo de caso, pois foi realizada dentro de um contexto real, na rodovia MG-424 entre as cidades de Matozinhos e Prudente

de Morais, buscando estudar os dados detalhadamente para saber o tráfego atual e comparar com o projeto realizado em 2008.

O estudo em questão trabalhou com um universo definido, sendo esse toda a rodovia MG-424, que se inicia no Km 13 da MG-010 e termina no trevo da BR-040 na cidade de Sete Lagoas/MG. A amostra foi o trecho estudado, entre as cidades de Matozinhos e Prudente de Morais, conforme a Imagem 1.

Imagem 1: Mapa do trecho estudado



Fonte: Google Maps (2018)

Para obter os dados necessários para este estudo de caso, foi fundamental uma pesquisa de campo no Km 42 da Rodovia MG-424, entre os municípios de Matozinhos e Prudente de Morais, no estado de Minas Gerais. Foram realizadas contagens classificadas através de contadores mecânicos para determinarem a quantidade de veículos que trafegam pelo trecho durante sete dias corridos, sendo que um dos dias, a contabilidade foi feita por 24 horas para determinar o VMD e os demais dias foram medidos apenas os picos para analisar eventuais variações. Os dados coletados em campo foram tabulados e transferidos para a planilha criada no Microsoft Office Excel e nesta etapa serão corrigidos possíveis erros de tabulação. As análises se deram por meio de gráficos comparativos entre os dados fornecidos pela última coleta do DEER/MG e os adquiridos neste estudo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Contagem volumétrica classificada

As contagens volumétricas classificadas foram feitas durante sete dias consecutivos, sendo um dia com leituras 24 horas diretas e seis dias com leituras por apenas 6 horas, nos picos.

Foi montada uma tenda para abrigar os pesquisadores e o apoio das variações do clima. Em todos os dias, a pesquisa teve apoio da equipe de fiscalização do DER/MG e durante o estudo de 24 horas a Polícia Militar local também prestou assistência, principalmente na madrugada, turno que os pesquisadores estavam mais expostos.

Foram utilizadas seis pranchetas com quatro contadores mecânicos e dois operadores (um para cada sentido) para determinar a quantidade de veículos que trafegam pelo trecho como mostra a Imagem 2. Os dados eram anotados em uma planilha provisória a cada intervalo de quinze minutos e posteriormente a pesquisa, foram tabulados na planilha oficial do DER/MG.

Imagem 2: Contador mecânico utilizado na pesquisa

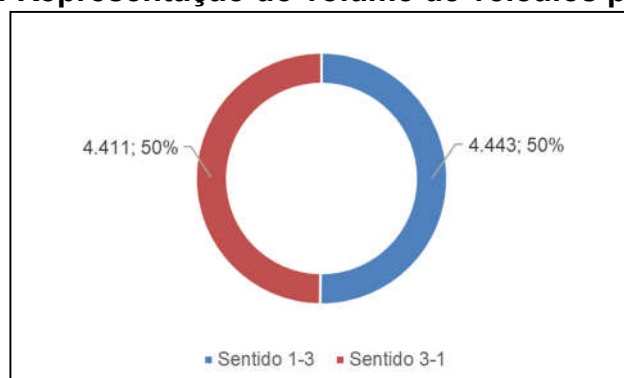


Foto: Douglas de Brito Alves (2018)

A pesquisa ocorreu numa semana normal, sem interferência de feriados, eventos ou festas típicas regionais, que poderiam ter causado consideráveis variações nos dados obtidos.

Na contagem volumétrica do dia de 24 horas, foi observado um segmento bastante homogêneo como demonstrado no Gráfico 1, constatando que neste período, os veículos que vão em um sentido no início do dia, normalmente voltam em sentido contrário no final do dia.

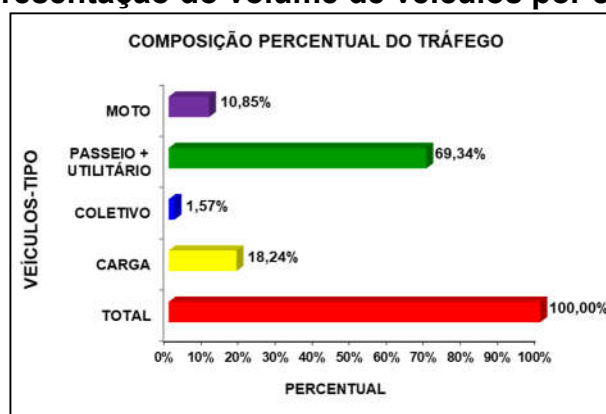
Gráfico 1: Representação do volume de veículos por sentido



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Após a tabulação dos dados na planilha oficial do DEER-MG, analisando os dados, verificando-se a composição percentual de cada tipo de veículo que trafega no trecho. Nesta composição classificada, demonstrada no Gráfico 2, percebe-se que os veículos de passeio, de carga e utilitários representam quase 90% do fluxo da rodovia, fazendo sentido diante da economia da região.

Gráfico 2: Representação do volume de veículos por classificação



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

4.2 Determinação do número N

Na análise do volume, foi contabilizado um volume total de 8.854 veículos que trafegaram na rodovia. No dia da contagem volumétrica de vinte quatro horas, verificou-se que o volume

horário pico foi do intervalo entre as 17hs até as 18hs, contabilizando um total de 731 veículos nessa hora. Os resultados demonstram uma homogeneização do tráfego comercial da rodovia.

O FP de ida (Matozinhos para Prudente de Moraes) corresponde a 0,501 e o FP volta (Prudente de Moraes para Matozinhos) igual a 0,499. O FP adotado para o cálculo foi 0,500, usualmente adotado para rodovias de pista simples. Para calcular o número N foram utilizadas as formulações clássicas usadas pelo DNIT, sendo esses, os métodos USACE e AASHTO:

USACE

$$N = 365 \times FV_{usace} \times FP \times FR \times VMD \text{ (Comercial)}$$

$$N = 365 \times 13,617 \times 0,500 \times 1,000 \times 1754$$

$$N = 4,36 \times 10^6$$

AASHTO

$$N = 365 \times FV_{usace} \times FP \times FR \times VMD \text{ (Comercial)}$$

$$N = 365 \times 3,825 \times 0,500 \times 1,000 \times 1754$$

$$N = 1,22 \times 10^6$$

Foi realizada uma expansão dos dados, também pelos métodos USACE e AASHTO, num horizonte de 10 anos com projeção de crescimento de tráfego de 3% ao ano, seguindo a série histórica. Os dados foram representados na Tabela 02.

Tabela 2: Projeção do número N para um horizonte de 10 anos

		Valores do Número N			
Ano		USACE		AASHTO	
		Ano a ano	Acumulado	Ano a ano	Acumulado
2018	1º	4,36E+06	4,36E+06	1,22E+06	1,22E+06
2019	2º	4,49E+06	8,85E+06	1,26E+06	2,49E+06
2020	3º	4,62E+06	1,35E+07	1,30E+06	3,78E+06
2021	4º	4,76E+06	1,82E+07	1,34E+06	5,12E+06
2022	5º	4,91E+06	2,31E+07	1,38E+06	6,50E+06
2023	6º	5,05E+06	2,82E+07	1,42E+06	7,92E+06
2024	7º	5,20E+06	3,34E+07	1,46E+06	9,38E+06
2025	8º	5,36E+06	3,88E+07	1,51E+06	1,09E+07
2026	9º	5,52E+06	4,43E+07	1,55E+06	1,24E+07
2027	10º	5,69E+06	5,00E+07	1,60E+06	1,40E+07

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

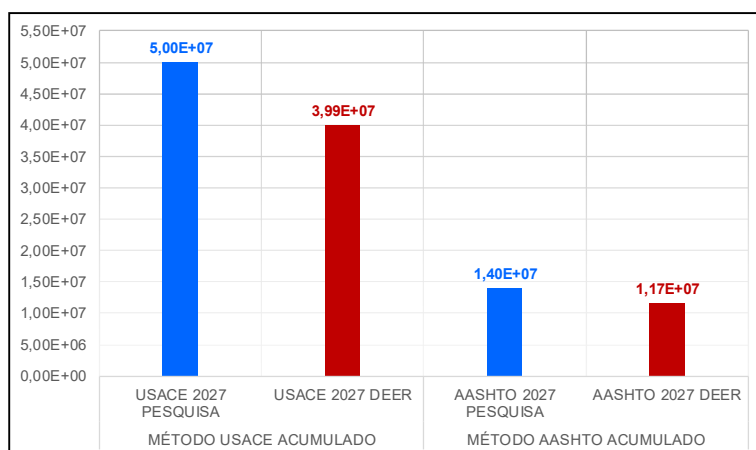
A aplicação da expansão em projeção geométrica ao longo de um horizonte de 10 anos é necessária, pois é a partir dela que o pavimento é dimensionado, ou seja o número “N”, associado ao dimensionamento do pavimento que será aplicado no segmento estudado é de 5,00E+07 no método USACE e 1,40E+07 para o método AASHTO.

4.3 Comparação com projeção do DEER/MG

No ano de 2008, o DEER-MG realizou uma contagem volumétrica classificada no mesmo trecho do estudo para determinar o número N num horizonte de projeto para 15 anos. Esse projeto foi disponibilizado pelo Núcleo de Engenharia de Rodoviárias do DEER-MG, para que fosse feita uma comparação com os dados atualizados por este estudo.

Partindo do princípio de que as obras rodoviárias são projetadas para funcionar sem intervenções por pelo menos 10 anos, o Gráfico 3 mostra o aumento do número N em ambos os métodos (USACE e AASHTO) num comparativo deste estudo com o projeto de 2008 num horizonte até o ano de 2027.

Gráfico 3: Número “N” acumulado com fim de dimensionamento



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Tabela 3: Relação de número "N" com espessuras de revestimento betuminoso

ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO (DNIT)

Valor de "N"	Tipo de Revestimento Indicado
$N \leq 1E + 06$	Trat. Superficial Betuminosos
$1E+6 < N \leq 5E+6$	CBUQ. Espessura = 5,00 cm
$5E+6 < N \leq 1E+7$	CBUQ. Espessura = 7,50 cm
$1E+7 < N \leq 5E+7$	CBUQ. Espessura = 10,00 cm
$N > 5E+7$	CBUQ. Espessura = 12,50 cm

Fonte: Adaptado do DEER-MG (2013)

Através da Tabela 3, analisa-se que o revestimento betuminoso, no horizonte de 10 anos ainda se encontra na faixa de CBUQ de 10,00 cm, porém já no final da vida, ou seja, o crescimento de tráfego projetado, calculado “N” acumulado para o ano de 2027, tem-se o teto limiar do CBUQ 10,00 cm. Nesse sentido, recomenda-se o uso de CBUQ 12,50 cm, concorrendo um número “N” acima de $5E+07$ ou uma ostensiva manutenção rodoviária, a partir do quinto ano de após a abertura da execução de projeto, necessária para que haja prolongamento da vida útil do pavimento.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada em campo confirmou que a evolução da frota comercial no Brasil resultou no incremento do tráfego da região compreendida entre Matozinhos e Prudente de Moraes, indicando também que com a atualização da frota, a determinação de sua composição e obtenção dos volumes médios diários para veículos comerciais configuram objeto importante para os órgãos rodoviários.

Especificamente para a Rodovia MG-424, objeto do estudo, o tratamento de dados usados pelo DEER MG na projeção de 15 anos para o levantamento realizado no ano de 2008, apesar de estar dentro da faixa de CBUQ (revestimento asfáltico) de espessura de 10 cm, sua atualização mostrou que pavimento já estaria em final de vida e como a realização da obra encontra-se num ponto futuro não determinado, faz-se necessária a atualização de tráfego desta pesquisa quando for definido sua realização.

REFERÊNCIAS

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica, materiais, projeto e restauração**. Oficina de Textos, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Resolução Nº 210**. 2006.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. **Resolução Nº 489**. 2014.

DEPARTAMENTO DE EDIFICAÇÕES E ESTRADAS DE RODAGENS DO ESTADO DE MINAS GERAIS – DEER/MG. **Manual de Procedimentos para Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Rodoviária**. 2013.

DEPARTAMENTO DE EDIFICAÇÕES E ESTRADAS DE RODAGENS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - DEER/MG. **Manual de Procedimentos Técnicos das Atividades Desenvolvidas pelo Núcleo de Engenharia de Tráfego (NET)**. Minas Gerais: 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de Estudos de Tráfego 723**. 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN. **Frota de Veículos – Fevereiro/2018**. Disponível em <<https://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018>>. Acesso em 04 de maio de 2018.

INSTITUTO HORIZONTES. **Vetor Norte da RMBH, Programa de Ações Imediatas**. Minas Gerais: 2005.

MACEDO, J. S. et al. **Nova Lei da Balança – Guia Prático**. Sagra Luzzato, 2001.

MINAS GERAIS, SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Aeroporto Industrial**. Minas Gerais: 2011.

SENÇO, WLASTERMILER DE. **Manual de técnicas de pavimentação**. Pini, 1997.