

GERENCIAMENTO – SETOR DE OPERAÇÕES

RELATÓRIO Nº 424 – MANUAL PROCEDIMENTOS PRÁTICOS PARA CÁLCULO DA
CAPACIDADE VIÁRIA COM E DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO DE OPERAÇÃO
OUTUBRO/DEZEMBRO/2002

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. MANUAL DE CAPACIDADE - HCM	6
2.1 As Versões do Manual de Capacidade	6
2.2 Aplicabilidade das Novas Versões do Manual.....	9
3. CONCEITOS BÁSICOS	11
3.1 Capacidade Viária, Taxa de Fluxo e Níveis de Serviço	11
3.2. Parâmetros para Medida de Eficácia nos Estudos de Capacidade e Níveis de Serviço.	13
3.3. Caracterização dos Níveis de Serviço para Rodovias Expressas e de Múltiplas Faixas.....	15
3.4 Caracterização dos Níveis de Serviço para Rodovias de Duas Faixas	21
4. ROTEIRO DE CÁLCULO	26
4.1 Coleta de Dados.....	26
4.2 Cálculo do Nível de Serviço	28
4.2.1 Procedimentos para a análise operacional de segmentos homogêneos de Vias Expressas e Rodovias de Múltiplas Faixas.	30
4.2.2 Procedimentos para a análise operacional de segmentos homogêneos de Vias de Duas Faixas.	52
5. GESTÃO DA QUALIDADE DO MONITORAMENTO DO TRÁFEGO	63
5.1 Verificação Avaliação da Adequação dos Segmentos Homogêneos.....	64
5.2 Fiscalização dos Serviços de Monitoramento e Controle de Tráfego.....	64
5.3 Verificação da qualidade e suficiência dos dados obtidos através do sistema de monitoramento.....	65

Código de campo alterado

5.4 Verificação da observância aos procedimentos definidos no presente documento	66
5.5 Verificação do atendimento dos padrões de desempenho exigidos contratualmente.	66
5.6 Elaboração de Relatório de Análise da Revisão Anual de Desempenho dos Níveis de Serviço do Tráfego.	67
6. CONCLUSÃO	96

APRESENTAÇÃO

A finalidade do presente relatório é apresentar, à ~~Comissão ARTESP de Monitoramento das Concessões e Permissões de Serviços Públicos~~, a análise de **Manuais de Operação**, no âmbito do Contrato de **Gerenciamento** nº 11.005-0, Décima Primeira Nota de Serviço, de 05/02/2001, conforme item 4.2.4. do Anexo 2 do Edital nº 003/99-CO, que compreende:

- ↳ 48 (quarenta e oito) relatórios, envolvendo a análise dos Manuais de Operação (Monitoração de Tráfego, Comunicação e Transmissão de Dados; Sistema de Pedágio; Sistema de Fiscalização de Trânsito e Transporte e Apoio aos Serviços Delegados; Sistema Viário, Segurança e Conforto dos Usuários) das Concessionárias, sugerindo alterações e/ou complementações e indicando providências a serem tomadas.

Neste contexto, o presente relatório visa a continuidade da sistemática adotada pela **Comissão ARTESP**, para consolidação dos Manuais de Operação elaborados pelas Concessionárias, sugerindo metodologia e procedimentos que serão discutidos ~~conjuntamente com a Comissão~~, objetivando a avaliação, fiscalização e padronização dos serviços realizados pelas Concessionárias, conforme o constante do Anexo 5 dos Editais de Concessão de cada lote de rodovias do **Programa** de Concessão de Rodovias de São Paulo.

~~Este quadragésimo primeiro relatório apresenta especificamente os **Manual Procedimentos Práticos para Cálculo da de Capacidade Viária com e Determinação do Nível de Serviço de Operação**, objetivando a padronização de entendimento dos conceitos e uniformização dos critérios de cálculo e apresentação os níveis de serviço de operação, para comparação com os limites estipulados pelos Editais de Concessão.~~

~~Este documento não se trata de um "Manual de Capacidade". Tem como objetivo principal, ser um roteiro prático de referência aos técnicos das Concessionárias e Supervisoras das rodovias concedidas do Estado de São Paulo, de forma a padronizar a forma do cálculo de capacidade de nível de serviço de operação. De qualquer forma, no sentido de consolidar alguns conceitos teóricos envolvidos no cálculo citado, o documento apresenta de forma superficial, a base teórica necessária para o desenvolvimento das atividades pertinentes. Este quadragésimo segundo relatório apresenta especificamente os **Procedimentos Práticos para Cálculo de Capacidade Viária e Determinação do Nível de Serviço de Operação**, objetivando a padronização de entendimento dos conceitos e uniformização dos critérios de cálculo e apresentação os níveis de serviço de operação. Não tem a pretensão de ser um "Manual de Capacidade", mas com base na bibliografia recomendada nos editais, facilitar para técnicos das Concessionárias e Supervisoras o desenvolvimento dos estudos necessários para cumprimento do estipulado pelos Editais de Concessão.~~

1. — INTRODUÇÃO

O presente Manual Procedimentos Práticos para Cálculo de de Nível de Serviço de Operação Capacidade Viária e com Determinação do Nível de Serviço de Operação foi elaborado com base na metodologia preconizada pelo Highway Capacity Manual – HCM editado pelo TRB – Transportation Research Board – Special Report 209, em 1994.

Este documento visa estabelecer uma padronização no entendimento dos conceitos com o maior número de informações possível, assim como possibilitar, da forma mais prática possível, uma uniformização e apresentação dos cálculos necessários para a determinação dos níveis de serviço de operação.

Além do HCM, este documento também tomou como base, os relatórios apresentados anualmente pelas Concessionárias, referentes às quantidades de horas operadas, por nível de serviço, em cada trecho homogêneo de cada rodovia dos lotes concedidos.

Esta padronização, além de útil para as Concessionárias, facilitará o acompanhamento e a fiscalização por parte do poder concedente, através da atuação das Supervisoras, Gerenciadora e ARTESP. A comparação entre os indicadores apontados pelas Concessionárias, com os limites estabelecidos pelos respectivos Editais, é fator fundamental no controle da qualidade da prestação de serviço ao usuário da rede rodoviária concedida.

O presente relatório apresenta uma forma prática de cálculo dos níveis de serviço, procurando agrupar neste documento, o maior número de informações possível. Apesar disso, não entando, recomenda-se também a leitura do HCM, para um entendimento mais abrangente completo do assunto.

São fornecidos exemplos práticos de preenchimento das tabelas exigidas para os devidos cálculos, assim como, a interpretação de modo único, dos diversos textos apresentados nos Editais, que por sua especificidade, poderiam gerar interpretações distintas, causando incoerências na aplicação da metodologia escolhida.

Considerando que, de acordo com o Regulamento da Concessão, a monitoração das condições de tráfego nas rodovias são parte dos serviços delegados, de competência específica da Concessionária, e que é obrigação da Concessionária obter e disponibilizar as informações ~~disper~~ dos dados de volume e velocidade nos diversos segmentos homogêneos da rede, o ideal é que a coleta dos dados seja feita através de equipamentos automáticos fixos, com os quais pode-se obter dados contínuos, para todas as horas do dia, para todos os dias do ano. Neste sentido a expectativa do Contratante é de que os postos de monitoramento de tráfego implantados nos segmentos homogêneos das rodovias ~~concessio~~nadas, disponham de equipamentos fixos de medição e registro de fluxos de tráfego e velocidades dos veículos por faixa.

A utilização do Highway Capacity Manual (HCM) é obrigatória para definição e verificação de atendimento a padrões de desempenho operacional, conforme os anexos 5 e 7 dos Editais de Licitação. A utilização do Highway Capacity Manual (HCM) é obrigatória para definição e verificação do atendimento a padrões de desempenho operacional, conforme os Anexos 5 e 7 dos Editais de Licitação e assim, torna-se necessária a sua leitura para o entendimento mais abrangente do assunto.

2. MANUAL DE CAPACIDADE - HCM

2. MANUAL DE CAPACIDADE - HCM

1.1 As versões do Manual de Capacidade-O Highway Capacity Manual – HCM, publicado pelo TRB – Transportation Research Board, é o manual de referência adotado nos Editais de Concessão. Este capítulo procura resumir um histórico das versões existentes, desde a versão vigente à época de início da licitação de para a concessão dos 12 lotes das rodovias concedidas, até a última edição disponível. Fatalmente, até o final da Concessão, novas edições do HCM deverão ser publicadas. Aquilo que a ARTESP considerar satisfatório, do ponto de vista legal, operacional e econômico para o sistema, no momento propício fará e divulgará as alterações necessárias, revisando algum procedimento explícito neste documento.

Assim, são apresentadas as principais diferenças havidas no HCM nas edições dos anos de 1994, 1998 e 2000.

2.1 As Versões do Manual de Capacidade

O HCM 1994-1994

Formatados: Marcadores e numeração

A versão vigente à época das licitações é a que corresponde à quinta impressão da terceira edição ("Special Report nº 209"), publicada em outubro de 1.994, conhecida como HCM 1.994.

Os procedimentos, critérios e parâmetros contidos nesta versão podem, de uma maneira geral, ser considerados adequados para as finalidades referidas no Edital e podem ser utilizados, como referência básica, pelas partes contratantes, em todas as atividades técnicas, análises operacionais, estudos e projetos incluídos nos contratos de concessão.

Há, no entanto, uma limitação, no HCM de 1.994, que pode ser considerada importante para sua aplicação nas rodovias concedidas do Estado de São Paulo.

Trata-se dos valores Fatores de Equivalência de Veículos Comerciais, dados através de tabelas, em função de faixas de inclinação e extensão de rampas, e que considera como sua faixa limite superior, as rampas maiores que 6% de inclinação longitudinal, nas rodovias de mais de 4 faixas, e maiores que 7% nas rodovias de pista simples. Isso se explica porque, nos Estados Unidos, país de origem do HCM, as rampas de maior inclinação que estas são muito pouco comuns.

Em função desta limitação, para efeito da determinação de fatores de equivalência de veículos pesados, rampas de 7% ou de 13%, de mesma extensão, tem os mesmos fatores de equivalência.

No programa de concessões paulista, que inclui uma grande quantidade de duplicações paralelas a pistas existentes, as rampas íngremes ocorrem em frequência significativa e não estão contempladas nos quadros do Manual.

Para que os cálculos de capacidade e análise de nível de serviço de operação, ou para projetos, resultem adequados às reais condições de operação; em rampas íngremes, é necessário utilizar valores extrapolados a partir dos quadros de fatores de equivalência apresentados no Manual HCM de 1-994.

O HCM 1998-1-998

Formatados: Marcadores e numeração

Uma nova revisão do Manual foi concluída em 1-997 e publicada, após o início de muitos dos contratos de concessão, em abril de 1998, sendo que esta se constituiu na última impressão da terceira edição do HCM.

A revisão concluída em 1-997 foi a mais importante da terceira edição porque incluiu uma extensiva alteração nos Capítulos 3 – Segmentos Básicos de Vias Expressas (Basic Freeway Sections), 4 – Áreas de Entrelaçamento (Weaving Áreas), 5 – Ramos de acesso e saída (Ramps and Ramp Junctions), 6 – Sistemas de Via Expressa (Freeway Systems) e 7 – Rodovias de Múltiplas Faixas (Multilane Rural and Suburban Highways).

Por sua vez, a metodologia para Rodovias de Duas Faixas foi mantida inalterada desde a impressão de 1-985.

No capítulo referente às Vias Expressas, foi alterado o procedimento de cálculo de capacidade baseado na Densidade de Tráfego, além de ~~de que se foi~~ introduzido o conceito de que a capacidade sob condições ideais, é função da velocidade de fluxo livre.

Foram introduzidas alterações nos procedimentos de análise de capacidade para interseções semaforizadas, e vias arteriais. O capítulo sobre interseções não sinalizadas foi completamente reformulado.

As alterações publicadas em 1-998, executadas sobre a mesma edição (terceira) vigente na época da concorrência para licitação das concessões, foram resultado de uma enorme quantidade de pesquisas e estudos levados a efeito dentro e fora dos Estados Unidos da América e representaram um avanço na metodologia para cálculo de capacidade e análise de níveis de serviço.

O HCM 2000

Formatados: Marcadores e numeração

O HCM 2.000

Em 2-000, foi publicada a qQuarta e Edição do HCM, introduzindo muitas alterações, principalmente não só na forma de apresentação, mas também mudanças em alguns parâmetros e procedimentos importantes.

A alteração mais positiva para utilização do HCM 2-000 no Brasil foi a publicação de uma versão com unidades no sistema métrico.

A nova edição foi formatada em cinco partes: Resumo, Conceitos, Metodologias, Análise de Corredores e Áreas, e Modelos de Simulação, com um total de 31 capítulos.

A parte II, Conceitos, contém os conceitos de tipos de via ou dispositivo e inclui textos analíticos sobre os parâmetros típicos de capacidade. Na terceira edição, este material era apresentado juntamente com a metodologia para cada tipo de via.

A parte III contém as metodologias analíticas que correspondem aos 12 capítulos da terceira Edição, referidos aos diversos tipos de vias ou dispositivos. Ou seja, corresponde ao que era apresentado nos capítulos 3 a 14 da revisão de 1-997 do Manual.

—As alterações mais importantes quanto ao conteúdo, tendo em vista sua aplicação nos contratos de concessão rodoviária no Estado de São Paulo, são as seguintes:

✓ Interseções semaforizadas: Introduzidos novos fatores de ajustamento para pedestres e ciclistas no cálculo da Taxa de Fluxo de Saturação e metodologia para avaliação de comprimentos de fila. Foram introduzidas novas p-Planilhas de cálculo.

Formatados: Marcadores e numeração

✓ Interseções em nível não semaforizadas: Introduzidos novos procedimentos de avaliação de extensão de filas e novas p-Planilhas de cálculo.

Formatados: Marcadores e numeração

✓ Rodovias de Duas Faixas (pista simples): Foi introduzida uma nova metodologia para avaliação de capacidade e análise de níveis de serviço para rodovias de pista simples, considerando fluxos unidirecionais e bidirecionais. Passa a incluir metodologias para análise de segmentos com faixas adicionais.

—Rodovias de Múltiplas Faixas:

✓ Foram introduzidos novos fatores de equivalência para caminhões. —Os novos fatores introduzidos são muito inferiores aos definidos na terceira edição do manual, sendo que em alguns casos foram reduzidos em mais de 50%. Os novos fatores foram definidos em função do perfil atual da frota de caminhões na América do Norte e não representam o comportamento dos veículos da frota brasileira.

✓ —Foi alterada a densidade limite para o nível de serviço D, de 21 para 22 cp/h/faixa.

—Rodovias Expressas:

- ✓ Foram introduzidos novos fatores de equivalência para caminhões que, a exemplo dos definidos para as rodovias de múltiplas faixas, não representam o comportamento dos veículos da frota brasileira.
- ✓ —Foi alterada a densidade limite para o nível de serviço D, de 20 para 22 cp/h/faixa.

Formatados: Marcadores e numeração

4.2.2 Aplicabilidade das Novas Versões do Manual

No Manual de 1-998, nem as metodologias definidas, nem os parâmetros de fatores de equivalência de veículos pesados e de restrição da capacidade sofreram alterações significativas e podem ser considerados adequados para as condições das rodovias paulistas, e utilizados em substituição aos definidos no HCM 1-994.

A exemplo do que foi definido para o HCM tanto o de 1-994, quanto o de ~~também para o HCM-1-998~~, para que os cálculos de capacidade e análise de nível de serviço de operação, (ou para projetos), resultem adequados às reais condições de operação, em rampas íngremes, será necessário utilizar valores extrapolados a partir dos quadros de fatores de equivalência apresentados no Manual.

Considera-se, ainda, que não ~~deve~~deve haver maiores restrições, com exceção das ~~abaixo~~ formuladas a seguir, para a utilização dos conceitos, parâmetros e procedimentos metodológicos da quarta edição (HCM 2-000), para efeito de estudos e projetos relativos aos contratos de Concessão, mesmo que a última versão do manual seja mais complacente com os limites máximos de densidade para o Nível de Serviço D.

A primeira restrição a ser colocada para a adoção do HCM 2-000 é relativa à utilização dos fatores de equivalência para veículos comerciais apresentados no Manual de 2-000.

Mesmo que utilizados os procedimentos metodológicos previstos no HCM 2-000, os fatores de equivalência devem ser os definidos na versão de 1-994 que são mais compatíveis com o

desempenho dos veículos da frota nacional, não fosse a terceira edição a versão vigente quando da licitação para as concessões.

Poderá prevalecer o que está citado no parágrafo anterior, Ppara o caso específico das rodovias de pista simples com duas faixas operando em dois sentidos, em que a metodologia do HCM 2-000, para análise de níveis de serviço, é totalmente diversa da metodologia da terceira edição.

,as Concessionárias e Fiscalizadoras poderão optar por apresentar seus estudos contemplando as duas metodologias, para efeito de comparação dos resultados e submete las à análise da ARTESP.

De fato, muito provavelmente ocorrerão novas publicações do HCM ao longo do período de concessão, podendo haver a utilização das edições mais recentes, desde que sejam feitas análises técnicas da evolução comparativa das eventuais alterações e que estas, caso existam, não firam os princípios existentes nos Editais de Concessão e sejam respeitados as normas técnicas e os conceitos básicos preconizados pelo referido Manual.

23. CONCEITOS BÁSICOS

Como já citado, o **Highway Capacity Manual (HCM) do Transportation Research Board**, ~~edição de 1994~~, constitui, de acordo com os Editais do Programa de Concessões, o documento ~~a ser adotado como~~ referência ~~para estes~~ **conceitos**, critérios e procedimentos **metodológicos a adotar para de os** estudos de capacidade e de níveis de serviço previstos para a verificação do atendimento dos padrões de desempenho operacional contratualmente previstos.

Os conceitos básicos, a seguir apresentados, constam do HCM, ~~ao do~~ qual recomenda-se a leitura, para complemento das informações prestadas neste relatório.

23.1 Capacidade Viária, Taxa de Fluxo e Níveis de Serviço

A ~~capacidade~~ **Capacidade** de uma via é ~~a máxima~~ **Máxima Taxa de Fluxo** ~~Fluxo~~ **H** ~~horária~~ de veículos que, dentro de uma expectativa razoável, se pode fazer passar através de um determinado ponto ou seção de controle desta via, ~~durante determinado período de tempo~~, dentro de condições ~~normais~~ **prevalentes** da via e do tráfego ~~e dos controles de tráfego~~.

Cada segmento de uma via com características homogêneas, tem uma capacidade que é intrínseca a este trecho, determinada por uma grande diversidade de fatores. Alguns destes fatores são preponderantes para a limitação desta capacidade. Os fatores principais estão associados às condições físicas e às condições operacionais que prevalecem no segmento.

É importante notar que a Capacidade é definida para as condições prevalentes da via e do tráfego, que devem ser, tanto quanto possível, uniformes ao longo do segmento de referência. Mudanças nas condições operacionais ou nas características físicas da via podem resultar em alteração da capacidade.

As capacidades definidas pressupõem boas condições meteorológicas, e boas condições funcionais do pavimento das pistas, além da ausência de incidentes episódicos que possam afetar o fluxo normal de veículos.

É também importante o conceito de que a **Capacidade não se refere ao máximo volume que pode ser atendido durante uma hora**, sendo que a definição de capacidade pressupõe a ocorrência de flutuações sensíveis no fluxo da hora e, por isso, **o conceito de capacidade se refere às condições ocorrentes no intervalo subhorário de em um intervalo dentro da hora de maior fluxo.**

Desta forma, a **Capacidade** é referida à **Taxa de Fluxo** ou, como denominada no HCM-94 à **Maior Taxa de Fluxo**, correspondente a um determinado período de operação, menor do que a hora, que são, de acordo com a conceituação do HCM, os 15 minutos mais carregados de um período horário.

A Taxa de Fluxo – v – (ou Maior Taxa de Fluxo, como é denominada no HCM-94) é definida como uma medida do fluxo horário de veículos, calculada com base no volume suborário correspondente ao período de 15 minutos subsequentes de maior carregamento dentro daquela hora. É calculada como quatro vezes o fluxo registrado no período de 15 minutos mais carregados, conforme fórmula abaixo:

$$v = 4 \times V_{15 \text{ min}}$$

Após o cálculo da taxa de fluxo, obtêm-se o Fator da Hora Pico - PH_f, conforme a seguinte fórmula:

$$PH_f = V_{60 \text{ min}} / (4 \times V_{15 \text{ min}})$$

O entendimento do conceito de Taxa de Fluxo de Serviço referido na definição de Capacidade pressupõe o domínio de um outro conceito, o de Níveis de Serviço.

Níveis de Serviço (Level of Service – LOS) são padrões de referência qualitativos definidos e utilizados para caracterizar as condições de operação de uma corrente de tráfego, sob o ponto de vista do usuário. De uma forma simplificada pode-se dizer que os níveis de serviço representam os diversos estágios de qualidade de fluxo de tráfego, desde o melhor (fluxo livre) até o pior (congestionamento).

Para descreve-los tecnicamente foram definidos intervalos de valores dos parâmetros físicos que constituem as variáveis básicas (ver item 32.2) envolvidas no fluxo de tráfego, a Velocidade, o Volume (ou Taxa de Fluxo) e a Densidade de tráfego, classificados em seis níveis nomeados através das seis primeiras letras do alfabeto: A, B, C, D, E e F.

O conceito de fluxo totalmente livre está associado ao Nível de Serviço A, enquanto que o Nível de Serviço F foi referido ao conceito de congestionamento completo. Por definição a Capacidade é a Máxima Taxa de Fluxo de Serviço para o Nível de Serviço E.

Máxima Taxa de Fluxo de Serviço (não confundir com Taxa de Fluxo ou Maior Taxa de Fluxo) é definida como a máxima taxa de fluxo possível, sob a qual a corrente de tráfego pode atravessar uma secção (ou segmento homogêneo) de uma faixa de tráfego (ou da pista), durante determinado período de tempo sob determinado nível de serviço.

Assim, para cada nível de serviço, existe uma Máxima Taxa de Fluxo de Serviço para as condições específicas de um determinado segmento viário, inclusive para o nível de serviço E. Conforme:

Conforme citado, para o nível de serviço E, a Máxima Taxa de Fluxo de Serviço é denominada Capacidade, pois é a maior dentre todos os níveis de serviço.

A análise de capacidade de uma via, ou seja, a **Máxima Taxa de Fluxo de Serviço** sob a qual a via pode operar sem congestionar, conforme definida no HCM é feita a partir de função destes de um conjunto de fatores limitadores que definem as **condições prevalentes na rodovia e da capacidade** que envolvem:

- ↳ Condições físicas: como a quantidade e a largura das faixas de tráfego, a **declividade** **inclinação** longitudinal do segmento, a ocorrência e a intensidade de restrições laterais, a ocorrência de interferência com os fluxos de pedestres, **e outras**;
- ↳ Condições operacionais **e de controle de tráfego**: inerentes à característica do tráfego que demanda o trecho, incluindo a composição do tráfego (veículos leves, médios, pesados, etc.), as condições de continuidade do fluxo (ininterrupto ou interrompido) e a flutuação temporal do tráfego.

No *fluxo ininterrupto* consideram-se as **rodovias e vias expressas**, enfim, vias com fluxo em sua maior parte contínuo.

Já o estudo do *fluxo interrompido*, em geral trata de áreas urbanas, onde há interseções de vias em nível e com os mais diferenciados volumes de tráfego. Envolve, também, semaforização de interseções, com desenvolvimento de redes a fim de obtenção da otimização dos tempos de verde e de sincronismo nas aberturas e fechamentos dos semáforos, de modo a minimizar os tempos de atraso nos deslocamentos de veículos e pedestres.

23.2. Parâmetros para Medida de Eficácia nos Estudos de Capacidade e Níveis de Serviço.

O HCM considera que vias ou dispositivos de vias com características físicas e operacionais diferentes exigem parâmetros diferentes para a medida ou análise de sua capacidade.

Por exemplo, as expectativas, em termos de padrão de serviço, por parte dos usuários, em relação às vias que operam sob fluxo interrompido são diferentes daquelas que teriam em relação a uma via expressa, da mesma forma que o padrão de operação de um segmento de rodovia de duas faixas, tem condições particulares de operação diferentes daquelas ocorrentes em rodovias de múltiplas faixas e divisão entre os fluxos opostos.

Assim, se a principal preocupação em uma via de duas faixas em pista simples é a ultrapassagem pela faixa de sentido contrário (com os riscos que isso envolve) e o melhor ou pior serviço é traduzido pelo tempo que se perde para fazer as ultrapassagens sobre os veículos mais lentos, no caso das vias expressas, a maior preocupação é com a possibilidade de saturação do fluxo (congestionamento), embora em ambos os casos e em última instância a preocupação do usuário esteja voltada para o tempo total de percurso.

Por isso, para cada tipo de via ou dispositivo, os níveis de serviço são definidos com base em um ou mais parâmetros operacionais que melhor descrevem a qualidade da operação para aquele tipo de via ou dispositivo. O quadro [apresentado a seguir, ~~baixo~~](#) apresenta os principais parâmetros de medida de eficácia, definidos no HCM, para serem utilizados no cálculo e análise de capacidade e dos níveis de serviço para cada tipo de via ou dispositivo.

Quadro—Parâmetros de Medida de Eficácia para Níveis de Serviço

<u>Tipo de Via ou Dispositivo</u>	<u>Parâmetro de Medida de Eficácia</u>
<u>Via Expressa</u>	
<u>Segmento Básico</u>	<u>Densidade (cp/km.faixa)</u>
<u>Áreas de Entrelaçamento</u>	<u>Densidade (cp/km.faixa)</u>
<u>Pontos de convergência ou divergência</u>	<u>Taxas de Fluxo (cp/h.faixa)</u>
<u>Rodovias de Múltiplas Faixas</u>	
	<u>Densidade (cp/km.faixa)***</u>
<u>Rodovias de Duas Faixas (Pista Simples)</u>	
	<u>Tempo em Retardamento (%)*</u>
	<u>Velocidade Média (km/h)**</u>
	<u>Velocidade Média (km/h)**</u>
<u>Vias Arteriais Urbanas</u>	
	<u>Velocidade Média (km/h)**</u>
<u>Interseções em nível</u>	
	<u>Tempo Médio de Retardamento (seg/veículo)</u>

—Obs: (*) Porcentagem do tempo de viagem operando com velocidades reduzidas (em filas para ultrapassagem)

—(**) Average Travel Speed

—(***) carros de passeio por km por faixa

23.3. Caracterização dos Níveis de Serviço para Rodovias Expressas e de Múltiplas Faixas-2

Variáveis básicas do fluxo de tráfego

A situação operacional ou o Nível de Serviço de qualquer corrente de tráfego para vias expressas e rodovias de múltiplas faixas é definida através de três variáveis básicas:

↳ Fluxo, representado pelo **Volume** (ou Fluxo) de Tráfego ou, mais freqüentemente, pela **Taxa de Fluxo** - v , expresso em veículos / hora;

↳ **Densidade** (de Tráfego) - D , expressa em veículos / km; e

↳ Fluxo, representado pelo **Volume** de Tráfego ou, mais freqüentemente, pela **Taxa de Fluxo** - v , expresso em veículos / hora;

↳ **Velocidade Média Operacional** - V_S , expressa em km / h.

A relação entre estas variáveis é dada pela expressão:

$$D = v / S \quad D = v / V$$

↳ **Densidade** - D : é o número de veículos que ocupa uma certa extensão de uma faixa de rolamento ou de toda pista da rodovia, transformado em média em relação à esta extensão, comumente expressa em veículos/km. Pode ser obtida por fotografias aéreas ou filmagens em vídeo e também calculada pela relação entre a intensidade de

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

fluxo de veículos, em determinado período e a velocidade média operacional destes veículos medida no mesmo período e local de levantamento do fluxo.



Formatados: Marcadores e numeração

A Velocidade média operacional - S, denominada no HCM como "Average Travel Speed": é calculada pela relação distância / tempo médio de viagem, dos veículos, em um determinado trecho, em um determinado período;

Volume - V: é a medida do fluxo de veículos que passa por um ponto em uma faixa de rolamento ou por toda seção de uma rodovia, em espaço de tempo pré-definido. O volume horário indica o volume medido (classificado ou equivalente) em geral, ao longo do período de uma hora (Volume Horário); O Volume também pode ser referido a um período anual, diário, horário ou sub horário.

Taxa de Fluxo - v: denominada no HCM como "Rate of Flow", é, a exemplo do Volume horário, uma medida do fluxo horário de veículos, conforme definida no item 32.1. A distinção entre Volume Horário e Taxa de Fluxo é importante. Enquanto o Volume Horário representa a quantidade total de veículos que passa em determinada seção de controle em uma hora, a Taxa de Fluxo representa um fluxo horário equivalente, constituído pela quantidade de veículos que passaria na seção de controle se todos os quartos de hora tivessem um fluxo igual ao do quarto de hora mais carregado dentro do intervalo horário considerado. No HCM de 1.994 a taxa de fluxo é denominada Maior Taxa de Fluxo (MSF), descrita acima, mas que mostra o volume, em geral medido no período de 15 minutos mais carregados daquela hora, multiplicado por 4

Fator de Pico-hora - PHF: denominado no HCM como "Peak-Hour Factor", é o indicador da intensidade das flutuações do fluxo de veículos ocorrentes durante o período horário e no segmento analisado, obtido da relação ocorrida entre o Volume horário a hora mais carregada do dia e a taxa do fluxo daquela hora.

$$PHf = V_{60 \text{ min}} / v_{\text{Assim.}} \text{ fph}$$

A Velocidade Média Operacional - S, denominada no HCM como "Average Travel Speed" é calculada pela relação distância / tempo médio de viagem, dos veículos, em um determinado trecho, em um determinado período.;

Formatados: Marcadores e numeração

Densidade - D: é o número de veículos que ocupa uma certa extensão de uma faixa de rolamento ou de toda pista da rodovia, transformado em média em relação à esta extensão, comumente expressa em veículos/km. Pode ser obtida por fotografias aéreas ou filmagens em vídeo e também calculada pela relação entre a intensidade de fluxo de veículos, em determinado período e a velocidade média operacional destes veículos medida no mesmo período e fluxo.

Formatados: Marcadores e numeração

O conhecimento dos valores assumidos por, pelo menos duas ~~dessas das três~~ variáveis básicas, nas diversas situações operacionais experimentadas por determinado segmento viário, permitirá a utilização de equações, gráficos e tabelas que constam do HCM, possibilitando, através de procedimentos e critérios definidos no próprio Manual, determinar o nível de serviço em que a via opera, em cada situação analisada.

Outro parâmetro utilizado nos procedimentos para análise de níveis de serviço de rodovias de mais de quatro faixas é a Velocidade de Fluxo Livre.

A Velocidade de Fluxo Livre (FFS - Free Flow Speed) é definida como a velocidade média dos automóveis, no segmento viário considerado, quando o fluxo de veículos é razoavelmente baixo, para fluxos de até 1.400 cp/h/faixa. -Esta velocidade deve, de preferência, ser levantada em campo no segmento a ser analisado. Quando não é possível levantar a FFS em campo, o HCM define procedimentos para que seja calculada de forma teórica.

A velocidade de fluxo livre não é parâmetro indicador do nível de serviço, mas das condições físicas da rodovia. Por isso, não pode ser usada para o cálculo da Densidade de Tráfego.

A velocidade de fluxo livre é utilizada para definir qual o gráfico ou tabela que deve ser utilizada para os procedimentos de análise indicados no HCM. -com a utilização de tabelas (tabela 7.1 do HCM) e gráficos (Figura 7.3 do HCM) encontrados no Manual de Capacidade.

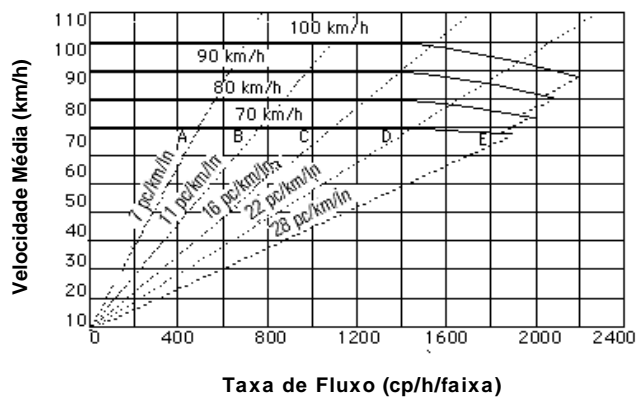
Os Níveis de Serviço (LOS) foram definidos no item ~~2.1.2, acima~~ 3.1.

Estes níveis constituem o padrão utilizado para caracterizar a situação do fluxo de tráfego nas diversas combinações possíveis dos fatores que influem na operação da via, como: velocidade, tempo de viagem, interrupções do tráfego, liberdade de manobras, distância entre veículos, segurança, conforto e custos de operação.

Conforme definido no item ~~32.1~~, designados por A, B, C, D, E e F, os Níveis de Serviço Eles representam níveis estágios progressivos de adensamento e saturação do fluxo de tráfego, sendo que o nível "A" corresponde ao fluxo livre e o nível "F" corresponde ao fluxo congestionado. O máximo fluxo de serviço - (denominado capacidade) - é atingido no nível de serviço "E".

Qualquer seção da via pode operar em diversos níveis de serviço, dependendo do instante considerado, em virtude das variações volumétricas horárias, semanais, sazonais etc.

Os seis níveis de serviço compreendem, cada um, uma faixa de variação das três variáveis envolvidas (densidade, velocidade e ~~volumetaxa de fluxo~~) em que os extremos são definidos, superiormente, pela densidade e pelo volume e, inferiormente, pela velocidade. A figura a seguir mostra o conceito geral dos níveis de serviço, relacionado com **Velocidade Média e Taxa de Fluxo**.

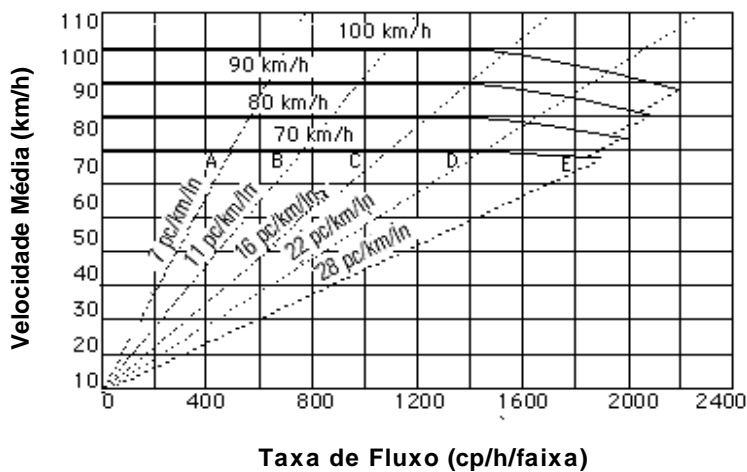


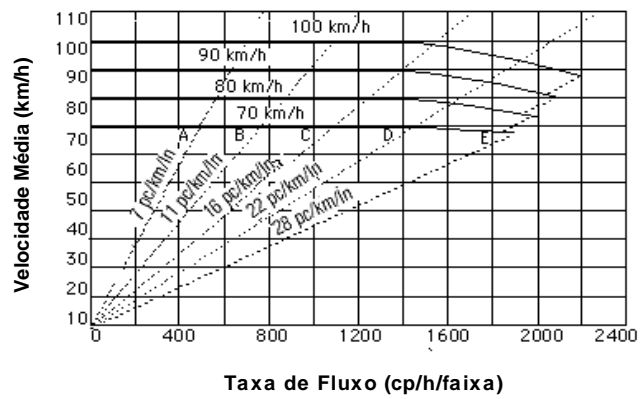
~~O quadro a seguir caracteriza qualitativamente os níveis de serviço para a operação em vias de múltiplas faixas e vias expressas.~~

O quadro a seguir caracteriza qualitativamente os níveis de serviço

~~O quadro apresentado na próxima página seguir caracteriza qualitativamente os níveis de serviço, contendo as densidades máximas que determinam os limites para cada nível e níveis de serviço para a operação, em vias de múltiplas faixas e vias expressas.~~

Padrão Qualitativo dos Níveis de Serviço para Múltiplas Faixas e Vias Expressas





Quadro 1 – Descrição dos Níveis de Serviço para Rodovias de Múltiplas Faixas e Vias Expressas

Nível de Serviço	Características
A	<ul style="list-style-type: none"> Operação sob condições de fluxo livre, com total liberdade de manobra para o usuário (mudança de faixa e velocidade desejada), baixos volumes, altas velocidades, limitadas apenas pelas condições de segurança. Densidades muito baixas.
B	<ul style="list-style-type: none"> Representa ainda condições de fluxo livre, com velocidades de fluxo livre, com liberdade de manobras levemente restringidas pelas condições de tráfego. Densidades baixas.
C	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo estável, com manutenção da velocidade de fluxo livre, porém com liberdade de manobra sensivelmente restrita pelo menor espaçamento entre veículos. As mudanças de faixa requerem maior cuidado do condutor. Há formação de filas ou pelotões. As densidades são médias, condicionadas por maiores taxas de fluxo.
D	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo em pelotões, estável, mas com tendência à instabilidade. As velocidades operacionais dos pelotões tendem a reduzir-se com o incremento das taxas de fluxo. Pequenas interferências, podem levar a grandes prejuízos para as condições de fluxo que torna-se instável, com formação de filas com menor espaçamento e reduções localizadas da velocidade dos pelotões. Flutuações na taxa de fluxo e restrições temporárias reduzem fortemente a liberdade de manobras e de escolha de velocidade do condutor. As densidades são altas.
E	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo instável, em pelotões de alta densidade, com taxas de fluxo muito próximas à capacidade da via. A ocorrência de colapsos de curta duração no fluxo de tráfego é comum. As densidades são próximas da densidade de saturação, sendo que qualquer pequeno incidente pode provocar adensamentos que podem levar à densidades próximas à crítica e saturação do fluxo a montante do ponto de saturação. Podem ocorrer paradas momentâneas do fluxo veicular, com formação de filas e praticamente sem espaços para manobras. Os fluxos são muito próximos à capacidade da via, sendo que as reduções de velocidade são compensadas pelas altas densidades.
F	<ul style="list-style-type: none"> Colapso do Fluxo de Tráfego após a superação da densidade crítica, com saturação do tráfego e o escoamento dos veículos em fluxo forçado. As paradas podem ter curta ou longa duração, com formação de congestionamentos (para e anda). Os fluxos são muito inferiores à capacidade da via, provocados pela redução drástica da velocidade média de operação.

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

No Nível “E”, os volumes estão próximos da capacidade limite do fluxo de passagem.

No Nível “F”, o fluxo é sempre menor que a capacidade, por causa dos congestionamentos.

No nível “F”, a densidade é tão alta que o fluxo entra em colapso, com queda das velocidades e, portanto, do fluxo de veículos. O fluxo opera em processo de congestionamento, alternando momentos de fluxo sob velocidades muito reduzidas, com paradas, e momentos de velocidades

maiores, mais próximas, porém sem atingir a velocidade de projeto da via. Nessas condições os fluxos de tráfego podem variar grandemente, sendo sempre, no entanto, inferiores à Capacidade.

Também nos regimes de fluxo característicos dos níveis de serviço "D" e "E", os fluxos são inferiores à capacidade, muitas vezes da mesma ordem que os fluxos observados quando a via opera congestionada, no nível "F". Por isso, os dados de fluxo (ou volume) de tráfego não são suficientes para definir o nível de serviço de determinado segmento em determinado momento, sendo que somente o par de valores Fluxo e Velocidade Operacional pode caracterizar de forma inequívoca o nível de serviço ocorrente.

Assim, principalmente para os trechos que operam, mesmo que ocasionalmente, com densidades altas, será preciso dispor, além dos dados de volume ou fluxo de tráfego, também dos dados de Velocidade de Operação do fluxo.

Os dados de velocidade, para este efeito, devem ser obtidos no mesmo local e no mesmo período de medição dos fluxos de tráfego.

23.4 Caracterização dos Níveis de Serviço para Rodovias de Duas Faixas

A função e as condições de operação das rodovias de duas faixas são diferentes daquelas das pistas de múltiplas faixas.

Sua função normalmente é de propiciar acessibilidade (função de acessibilidade), sob qualquer condição meteorológica a áreas de produção ou de lazer, sendo que não existe uma expectativa de que as velocidades por elas propiciadas sejam muito altas. Além disso, as condições de operação em uma rodovia de duas faixas são diferentes porque as ultrapassagens de veículos lentos são realizadas pela faixa de sentido contrário.

Percurso com esperas ou retardamento para execução de manobras de ultrapassagem são uma expectativa normal do usuário quando se utiliza destas rodovias.

O que não se considera adequado é que estes tempos perdidos para ultrapassagens sejam muito altos agravando em demasia o tempo total de percurso e as velocidades médias (*função de mobilidade*), ocorrências que são comuns quando os fluxos são altos, especialmente quando são próximos à capacidade, ou seja, quando a relação taxa de fluxo/capacidade é alta (próxima a 1,0).

Por causa destes fatores, a avaliação dos níveis de serviço é realizada com base em parâmetros específicos. P-para o caso das rodovias de duas faixas, -eEstes parâmetros básicos são:

- ✓ Percentagem de Tempo em Retardamento (“*Percent time delay*”)
- ✓ Velocidade Média Operacional (“*Average travel speed*”)
- ✓ Utilização da capacidade (“*Capacity Utilization*”)

Formatados: Marcadores e numeração

A *Percentagem de Tempo em Retardamento* reflete tanto a função de mobilidade como a função de acessibilidade, sendo definido como a média das percentagens de tempo, para- todos os veículos, em que ~~esses~~ veículos operam sob retardamento, ~~operando~~ em filas, aguardando uma possibilidade para ultrapassagem.

A *v*Velocidade média operacional, reflete a função de mobilidade, tendo sido definida em 23.3.

A *u*Utilização da *c*Capacidade reflete a função de acessibilidade, sendo definida como relação entre a *T*taxa de *F*luxo e a *C*apacidade (Relação v/C).

Os procedimentos definidos no HCM para análise operacional levam em consideração, além dos *p*Parâmetros básicos acima definidos, também ~~o~~ Percentual de ZUP, ou seja, a percentagem da extensão do segmento em que a ultrapassagem é proibida (*Percentual de Zona de Ultrapassagem Proibida*), fator determinante do tempo perdido em filas atrás de veículos lentos, independente da existência de veículos trafegando em sentido oposto.

Desta forma, no caso das rodovias de **duas faixas**, os níveis de serviço constituem o padrão utilizado para caracterizar a condição de mobilidade e de acessibilidade propiciada pelo segmento analisado sob as condições físicas e operacionais prevalentes.

Conforme definido no item 322.1, designados por A, B, C, D, E e F, os Níveis de Serviço representam estágios progressivos de redução da mobilidade dos veículos.

O *M*máximo *F*luxo de *S*serviço, denominado *C*apacidade, é atingido no nível de serviço “E”.

Qualquer seção da via pode operar em diversos níveis de serviço, dependendo do instante considerado, em virtude das variações volumétricas horárias, semanais, sazonais etc.

Os seis níveis de serviço compreendem, cada um, uma faixa de variação das variáveis envolvidas (percentagem de tempo em retardamento, velocidade média, relação v/cG e percentagem de ZUP). O quadro apresentado na próxima página seguir caracteriza qualitativamente os níveis de serviço para a operação em vias de duas faixas.

Para o caso da análise operacional de rodovias de duas faixas, a análise é realizada para o fluxo bidirecional. Como é difícil medir o percentual de tempo em retardamento, as variáveis utilizadas para definição do nível de serviço ocorrente em determinada situação operacional são a relação Taxa de Fluxo / Capacidade (v/cG) e a Velocidade Média.

A exemplo do caso das rodovias de múltiplas faixas, no Nível "E", as taxas de fluxo estão próximas do máximo-fluxo de serviço limite (capacidade), e no Nível "F", o fluxo é sempre menor que a capacidade, por causa dos congestionamentos.

Também nos regimes de fluxo característicos dos níveis de serviço "D" e "E", os fluxos são inferiores à capacidade, muitas vezes da mesma ordem que os fluxos observados quando a via opera congestionada, no nível "F".

Por isso, os dados de taxa de fluxo de tráfego (ou volume) não são suficientes para definir o nível de serviço de um segmento em determinado momento, sendo que somente o par de valores Fluxo e Velocidade Operacional pode caracterizar de forma inequívoca o nível de serviço ocorrente.

Assim, principalmente para os trechos que operam, mesmo que ocasionalmente, com densidades altas, será preciso dispor, além dos dados de volume ou taxa de fluxo de tráfego, também dos dados de Velocidade Média Operacional do fluxo.

Os dados de velocidade, para este efeito, devem ser obtidos no mesmo local e no mesmo período de medição dos fluxos de tráfego.

Quadro II – RNíveis de Serviço para Rodovias de Duas Faixas – Duas faixas

Nível de Serviço	Características
A	<ul style="list-style-type: none"> • A velocidade de fluxo livre é próxima da velocidade diretriz do trecho.; • A demanda de ultrapassagem é muito pequena, <u>sendo que a taxa de fluxo não ultrapassa 420 cp/hora/faixa, total nos dois sentidos.;</u> • Os usuários não são retidos em mais que 30% do tempo pelos veículos lentos.; • Não se observam comboios com três ou mais veículos.
B	<ul style="list-style-type: none"> • A velocidade média de operação é próxima ou ligeiramente inferior à velocidade diretriz <u>quando o terreno é em nível.;</u> • A demanda de ultrapassagem para a manutenção da velocidade desejada fica próxima à possibilidade de ultrapassar, <u>sendo que a taxa de fluxo não ultrapassa 750 cp/hora/faixa, total nos dois sentidos.;</u> • Os usuários são retidos em mais que 45% do tempo pelos veículos lentos.; • Se observam comboios com três ou mais veículos em formação.
C	<ul style="list-style-type: none"> • O fluxo é estável, com média densidade. A velocidade média é a indicada nos quadros de referência de velocidade média de operação apresentados no item 3.1.2.1. b deste Manual. ainda excede os 80 km/h. • Os usuários são retidos em mais que 60% do tempo pelos veículos lentos.; • Começam a ser observados comboios encadeados e há uma significativa redução na possibilidade de ultrapassagem. • O fluxo de tráfego <u>ainda é estável com taxas de fluxo de até 1.200 cp/h/faixa em ambos os sentidos, embora comece a ser suscetível a retardamentos significativos provocados por veículos lentos.</u>
D	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo estável com Densidades Altas tende à se tornar instável. A velocidade é a indicada nos quadros de referência de velocidade média de operação apresentados no item 3.1.2.1.b deste Manual é de no máximo 80 km/h.- • A demanda de ultrapassagens é muito elevada, enquanto que a possibilidade de efetua-las é praticamente nula, <u>sendo que, desta forma, a influência das Zonas de Ultrapassagem Proibida - ZUP sobre a possibilidade de ultrapassar é reduzida.;</u> • Os usuários são retidos em até 75% do tempo pelos veículos lentos.; • São comuns comboios de até 10 veículos.; • O fluxo de tráfego <u>tende à instabilidade de até 1.800 pc/h/faixa, total em ambos os sentidos, sendo que perturbações ao fluxo de tráfego provocam “ondas de choque”, de redução e aumento de velocidade, no fluxo.;</u>
E	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo instável. A velocidade média cai abaixo dos 80 km/h sob condições ideais e, fora delas, podendo chegar a menos que 50 km/h nos trechos de topografia mais acidentada.; • As ultrapassagens são virtualmente impossíveis, e desta forma a influência das Zonas de Ultrapassagem Proibida sobre a possibilidade de ultrapassar é praticamente nula.; • Os usuários são retidos em mais que 75% do tempo pelos veículos lentos.; • São atingidos os maiores volumes de serviço bidirecionais possíveis (capacidade).; • Os veículos formam um único e extenso comboio. O fluxo de tráfego é altamente instável-, sendo que mesmo pequenas perturbações ao fluxo de tráfego provocam “ondas de choque”, com significativa redução da velocidade do comboio e, até com paradas momentâneas, com a degeneração do nível de serviço, atingindo o nível “F”.
F	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo forçado ou Interrompido. A demanda de tráfego é superior a capacidade, formando-se filas, submetidas a sucessivas “ondas de choque” de parada e movimento do tráfego, podendo ocorrer períodos curtos ou longos de total parada do tráfego.

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Assim, principalmente para os trechos que operam, mesmo que ocasionalmente, com densidades altas, será preciso dispor, além dos dados de volume ou taxa de fluxo de tráfego, também dos dados de Velocidade Média Operacional do fluxo.

Os dados de velocidade, para este efeito, devem ser obtidos no mesmo local e no mesmo período de medição dos fluxos de tráfego.

34. ROTEIRO DE CÁLCULO

A seguir está apresentado um resumo prático da metodologia de Análise Operacional, com o cálculo dos níveis de serviço de operação, preconizada pelo Highway Capacity Manual.

De acordo com os Editais de Concessão, haverá necessidade de intervenções para ampliação da capacidade viária, quando o Nível de Serviço "D" for ultrapassado em 50 horas/ano, ou seja, quando os segmentos operarem em Nível "E" ou "F" durante 50 horas/ano ou mais (ver Anexo capítulo 4).

Conforme citado anteriormente, é muito importante que se considere o par de valores, Velocidade Média de Operação Operacional e Volume (Taxa de Fluxo), além da Densidade (quando o conjunto de equipamentos permitir), associados às características físicas ocorrentes em cada hora do ano, no segmento homogêneo da rodovia, para a determinação precisa dos Níveis de Serviço, uma vez que a determinação da Densidade, para o caso de rodovias de múltiplas faixas, ou da Percentagem de Tempo em Retardamento, para as rodovias de duas faixas, normalmente é muito difícil.

Os 12 lotes concedidos são compostos por rodovias classificadas, de acordo com os padrões de classificação do DNER, em:

- ↳ **Rodovias de classe 0:** aquelas com duas ou mais faixas de rolamento por sentido, de elevado padrão técnico com controle total de acessos (Vias Expressas ou "Freeways" — tratadas no capítulo 3 do HCM);
- ↳ **Rodovias de classe I-A:** aquelas com pista dupla duas faixas, ou mais, por sentido e controle parcial de acessos, com ou sem canteiro central (Rodovias de Múltiplas Faixas ou "Multilane and Suburban Highways" — tratadas no capítulo 7 do HCM);
- ↳ **Rodovias de classe I-B:** aquelas com pista simples, via de regra uma para cada sentido de tráfego, onde as ultrapassagens pelos veículos mais lentos requerem o uso da pista de sentido oposto onde as distâncias de visibilidade e os espaços no tráfego do sentido oposto permitam duas faixas sem canteiro central e duas faixas de tráfego (Pista simples ou "Two Lane Highways" — tratadas no capítulo 8 do HCM).

↳

↳

Formatados: Marcadores e numeração

34.1 Coleta de Dados

Conforme definido acima, Para para as rodovias de com duas faixas com duas faixas de rolamento — pista simples, o Highway Capacity Manual of Transportation Research Board, de 1994/1998, estabelece que as medidas a serem utilizadas para avaliação do Nível de Serviço de

Operação são: o percentual de tempo de retenção, a velocidade média de operação e a taxa de utilização da capacidade (relação taxa de fluxo ~~de demanda~~ / capacidade).

Em função da dificuldade de se obter o percentual de tempo de retenção, experimentado nos diversos segmentos rodoviários, é mais prático neste caso, a avaliação do Nível de Serviço com base no levantamento de dados de velocidade e a relação volume-taxa de fluxo / capacidade.

Por outro lado, para as *rodovias de pista dupla, de Múltiplas Faixas*, bem como, para as *Vias Expressas*, o Highway Capacity Manual ~~1994~~, estabelece que as medidas a serem utilizadas para avaliação do nível de serviço de operação são a densidade de tráfego, a velocidade média de operação e a relação, taxa de fluxo de demanda / capacidade (relação v/C).

Quando da avaliação do Nível de Serviço para as rodovias de duas pistas (Múltiplas Faixas) e Vias Expressas, Neste caso, também, se ocorrerem dificuldades práticas em se obter dados de campo das *densidades* experimentadas na operação dos segmentos, ~~Assim, pode-se adotar, quando da avaliação do Nível de Serviço para as rodovias de duas pistas (Múltiplas Faixas) e para as Vias Expressas,~~ os levantamentos de dados de velocidade média operacional e de taxa de fluxo.

Visando tornar mais prática a obtenção dos dados de velocidade, para a avaliação do Nível de Serviço, ~~podem~~ podem ser utilizados dados amostrais de velocidade média pontual, ocorrentes em determinados intervalos de tempo, que sejam representativos das condições de operação em determinado segmento da via. No entanto, o ideal é que Quando a coleta dos dados é-seja feita através de equipamentos automáticos fixos, com os quais pode-se obter amostras dados contínuos, para cada um dos períodos para todas as horas -do dia, para todos os dias do ano. É neste sentido que se recomenda que os postos de monitoramento de tráfego implantados nos segmentos homogêneos da rodovia disponham de equipamentos fixos de medição e registro de velocidades.

As amostras de velocidade média e taxa de fluxo corresponderão a intervalos de coleta de 15 minutos, a cada hora de operação, durante 24 horas por dia, sendo que, para todos os efeitos, os menores valores as-de velocidades médias aritméticas operacional, e os maiores valores de taxa de fluxo, resultantes do tratamento da amostra, serão consideradas como representativas de todo o período horário em que foi obtida.

As pesquisas de dados ou a instalação dos dispositivos de levantamento de dados deverão se realizar em uma seção representativa das condições mais críticas ocorrentes no segmento homogêneo que se pretende monitorar, uma vez que a capacidade do segmento é determinada pela capacidade de sua seção de menor capacidade.

34.2 Cálculo do Nível de Serviço

O cálculo do Nível de Serviço geralmente se faz em cinco ~~em quatro~~ etapas:

↳ Identificação dos Segmentos da Rodovia em segmentos homogêneos da Rodovia:

Formatados: Marcadores e numeração

Toda análise de capacidade requer que o segmento analisado tenha condições homogêneas de tráfego e da rodovia.

Diversos fatores obrigam ao seccionamento de uma via expressa para efeito de análise de capacidade e níveis de serviço:

- ✓ acessos e saídas de fluxo significativo que possam provocar a alteração do fluxo no segmento analisado;
- ✓ início e fim de rampas de grande declividade e extensão;
- ✓ mudanças na quantidade ou largura de faixas ou outros elementos de importância na seção transversal da via,
- ✓ mudanças no tipo de terreno atravessado,
- ✓ mudança dos limites de velocidade, e outros;

Formatados: Marcadores e numeração

Especificamente para as rodovias de múltiplas faixas o segmento de análise deve ser seccionado, além das circunstâncias definidas acima, também quando ocorrer uma variação de 2% ou mais na inclinação longitudinal ou quando ocorrer uma rampa ascendente com extensão superior a 1.200 metros. O mesmo deve ser feito quando ocorrer uma interseção semaforizada ou um gargalo, ou mesmo quando se alterar o tipo de tratamento do separador central.

Além disso, os segmentos rodoviários que apresentarem rampas íngremes e extensas, devem ser tratados isoladamente, constituindo segmentos especiais para análise individual de acordo com procedimentos específicos. Estes procedimentos podem ser encontrados nos itens que tratam de análise operacional para Rampas Específicas (Specific Grades) ou Rampas Significativas (Significant Grades), respectivamente nos capítulos do Highway Capacity Manual que tratam de Rodovias Expressas e de Rodovias de Múltiplas Múltiplas Faixas.

↳ Levantamento dos dados de velocidade;

↳ Levantamento dos dados classificados de fluxo de veículos;

↳ Cálculo da Capacidade e dos Máximos Fluxos de Serviço característicos dos limites de cada nível de serviço, para o segmento em análise, em função dos ajustes necessários definidos conforme procedimentos HCM, a partir do conhecimento das condições físicas e operacionais do trecho;

Formatados: Marcadores e numeração

↳ Determinação do Nível de Serviço, em cada período de análise, com base nos procedimentos do HCM, envolvendo:

- ✓ Para rodovias expressa ou de múltiplas faixas: comparação das Densidades (obtidas a partir das Taxas de Fluxo calculadas com base nos fluxos de serviço levantados e das velocidades médias de automóveis calculadas com base nos dados de velocidades levantados) com as densidades limites para cada Nível de Serviço, e
- ✓ Para Segmentos de rodovias de Duas faixas: comparação das Velocidades Médias operacionais (calculadas com base nas velocidades levantadas no campo mesmo período e local do levantamento dos fluxos) com as velocidades mínimas de cada nível de serviço e comparação das Taxas de Fluxo com as Máximas Taxas de Fluxo de Serviço calculadas para cada Nível de Serviço. Para análise operacional de segmentos genéricos, a velocidade média inclui a velocidade de todos os veículos em ambos os sentidos, enquanto que, para segmentos específicos de rampas, a velocidade média inclui as velocidades de todos os tipos de veículos operando no sentido ascendente da rampa.

De acordo, portanto, com a classe de rodovia em que cada segmento homogêneo se enquadra, trabalha-se nas tabelas do HCM, inserindo os dados obtidos em campo, de velocidade operacional, da composição de tráfego, tipo de terreno, obstrução lateral, fator de pico horário, taxa de fluxo, determinado-se, assim, o **Nível de Serviço** para cada trecho da rodovia.

Quanto à definição do tipo de terreno, o HCM considera:

Terreno Plano: Qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que permita aos veículos pesados manter aproximadamente a mesma velocidade que os automóveis. Este tipo de terreno geralmente inclui pequenos segmentos de rampas de 1 a 2% de aclave.

Terreno Ondulado: Qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que obrigue os veículos pesados a uma redução substancial de velocidade em relação aos automóveis, sem, no entanto, os obrigar a manter velocidades muito baixas por intervalos de tempo significativos.

Terreno Montanhoso: Qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que obrigue os veículos pesados a operar a velocidades muito baixas por distâncias significativas ou a intervalos freqüentes.

A seguir, apresentam-se os procedimentos:

↳ Para a análise operacional;

↳ Para utilização como memória de cálculo:

- ✓ Principais tabelas e fórmulas do HCM para o Capítulo 3 - Vias Expressas, Capítulo 7 - Pista Dupla e Capítulo 8 - Duas faixas;

Formatados: Marcadores e numeração

- ✓ Modelos respectivos, para cálculo e apresentação dos Níveis de Serviço determinados.

↳ Como produto resultante dos cálculos desenvolvidos:

- ✓ Modelo de Tabela com o resumo mensal dos resultados obtidos, bem como, o número de horas e quais segmentos operam acima do Nível "D";
- ✓ Gráficos do volume horário com as suas respectivas contagens (já dentro da rotina do Relatório Mensal de Tráfego e Acidentes);
- ✓ Modelo de Tabela com o resumo anual dos resultados obtidos, o número de horas e quais segmentos operam acima do Nível "D", além da data provável de saturação do sistema, de acordo com estudos de taxa de crescimento das Concessionárias.

4.2.1 Procedimentos para a análise operacional de segmentos homogêneos de Vias Expressas e Rodovias de Múltiplas Faixas.

Dois procedimentos de análise operacional são previstos no HCM:

- ✓ o procedimento geral, para Segmentos Extensos de Via Expressa, e
- ✓ o procedimento específico para Segmentos de Rampa Específicas ou Significativas.

Para vias expressas, como regra, o procedimento geral de Segmentos Extensos pode ser usado quando nenhum trecho de 3% ou mais de aclive for maior que 400 m ou quando nenhum trecho de mais de 2% até 3% for maior que 800 metros.

Nas Rodovias de Múltiplas Faixas, os segmentos de rampa são considerados como "significativos" (Significant Ramps) quando se tratar de segmento de até 3% com mais de 1.600m de extensão, ou segmentos de mais de 3% com mais de 800 m.

Caso ocorram rampas como as acima, o segmento deve ser seccionado e realizada análise pelo procedimento específico para segmentos de rampa íngremes, separadamente para a pista ascendente e descendente.

Considerando que, de acordo com o Regulamento da Concessão, a monitoração das condições de tráfego nas rodovias são serviços delegados de competência específica da Concessionária, e que é obrigação da Concessionária dispor dos dados de volume e velocidade nos diversos segmentos homogêneos da rede, os passos a serem adotados para a determinação de níveis de serviço de segmentos homogêneos de vias expressas ou rodovias de múltiplas faixas são os seguintes:

Passo 1: Selecionar os Dados Básicos:

Formatados: Marcadores e numeração

- ✓ Volumes de Tráfego Classificado (V) e Velocidades Médias Operacionais (S) – considerando apenas a velocidade dos automóveis - para as horas a serem analisadas no segmento analisado (normalmente, todas as horas do período);
- ✓ Fator de Pico Horário para horas e dias de características similares aos analisados ou, diretamente, as taxas de fluxo das horas a serem analisadas;
- ✓ Características dos motoristas usuários;
- ✓ Características da rodovia: quantidade e dimensões de faixas, acostamentos e faixas livres laterais, declividades e extensões de rampas, tipo de terreno, etc.

Formatados: Marcadores e numeração

Passo 2: Segmentar a via, de forma apropriada, em segmentos homogêneos, determinando para cada segmento o procedimento a ser adotado (Geral ou de Rampas Específicas).

Passo 3: Determinar a Velocidade de Fluxo Livre (FFS) do segmento em análise, com base nos dados de velocidade de veículos leves para os horários de baixa demanda, ou com base no procedimento teórico a partir da Velocidade Básica de Fluxo Livre, conforme definido no HCM. A partir da FFS são identificados os limites dos parâmetros de Densidade a ser utilizados para análise do Nível de Serviço dos Segmentos (Tabela 3.1 do HCM 1.998 ou Tabela 23-2 do HCM 2.000, para vias expressas e tabelas 7.1 do HCM 1.998 ou Tabela 21-2 do HCM 2.000, para vias de Múltiplas Faixas).

Passo 4: Converter os fluxos horários (V) em taxas de fluxo de serviço (v_p), a partir dos volumes horários e dos Fatores de Pico Horário (PHF) levantados em campo.

Passo 5: Determinar os fatores de ajuste e equivalência da taxa de fluxo (f_{HV} e f_p).

Passo 6: Determinar o valor ajustado da Taxa de Fluxo (v_p) para cada hora a ser analisada.

Passo 7: Determinar a Densidade de tráfego (D) através da relação entre a Taxa de Fluxo de Serviço (v_p) ajustada e Velocidade Média Operacional (S) de cada hora a ser analisada.

Passo 8: Comparar a densidade resultante com os limites de densidade para cada nível de serviço, determinando o nível de serviço característico da operação em cada hora analisada para cada segmento analisado.

acessos e saídas de fluxo significativo;

— início e fim de rampas de grande declividade e extensão;

— mudanças na quantidade ou largura de faixas ou outros elementos de importância na seção transversal da via;

— mudanças no tipo de terreno atravessado;

mudança dos limites de velocidade, e outros;

Formatados: Marcadores e numeração

~~Especificamente para as rodovias de múltiplas faixas o segmento de análise deve ser seccionado, além das circunstâncias definidas acima, também quando ocorrer uma variação de 2% ou mais na inclinação longitudinal ou quando ocorrer uma rampa ascendente com extensão superior a 2.500 metros. O mesmo deve ser feito quando ocorrer uma interseção semaforizada ou quando se alterar o tipo de **tratamento do separador central**.~~

~~Além disso, os segmentos rodoviários que apresentarem rampas íngremes e extensas, devem ser tratados isoladamente, constituindo segmentos especiais para análise individual de acordo com procedimentos específicos. Estes procedimentos podem ser encontrados nos itens que tratam de análise operacional para Rampas Específicas (Specific Grades) ou Rampas Significativas (Significant Grades), respectivamente nos capítulos do Highway Capacity Manual que tratam de Rodovias Expressas e de Rodovias de Múltiplas Faixas.~~

~~— Levantamento dos dados de velocidade;~~

~~— Levantamento dos dados classificados de fluxo de veículos;~~

~~— Cálculo da Capacidade e dos Máximos Fluxos de Serviço característicos dos limites de cada nível de serviço, para o segmento em análise, em função dos ajustes necessários definidos conforme procedimentos HCM, a partir do conhecimento das condições físicas e operacionais do trecho.;~~

~~↳ Determinação do Nível de Serviço, em cada período de análise, com base nos procedimentos do HCM, envolvendo:~~

~~— Para rodovias expressa ou de múltiplas faixas: comparação das Densidades (obtidas a partir das Taxas de Fluxo calculadas com base nos dos fluxos de serviço levantados e das velocidades médias calculadas com base nos dados de velocidades levantados) com as densidades limites para cada Nível de Serviço, e~~

~~— Para sSegmentos de rodovias de dDuas faixas: comparação das velocidades Velocidades médias Médias operacionais (calculadas com base nas velocidades levantadas no campo mesmo período e local do levantamento dos fluxos) com as velocidades mínimas de cada nível de serviço e comparação das Taxas de Fluxo com as Máximas Taxas de Fluxo de Serviço calculadas para cada Nível de Serviço.~~

~~De acordo, portanto, com a classe de rodovia em que cada segmento homogêneo se enquadra, trabalha-se nas tabelas do HCM, inserindo os dados obtidos em campo, de velocidade operacional, da composição de tráfego, tipo de terreno, obstrução lateral, fator pico-horário, taxa de fluxo, determinado-se, assim, o Nível de Serviço para cada trecho da rodovia.~~

~~↳ Quanto a à definição do tipo de terreno, o HCM considera:~~

~~**Terreno Plano:** Qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que permita aos veículos pesados manter aproximadamente a mesma velocidade que os automóveis. Este tipo de~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~terreno geralmente inclui pequenos segmentos de Rampas rampas de 0,1 a 2% de aclive, com qualquer extensão e rampas de 3% de aclive com até 400m de extensão.~~

~~**Terreno Ondulado:** Qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que obrigue os veículos pesados a uma redução substancial de velocidade em relação aos automóveis, sem, no entanto, os obrigar a manter velocidades muito baixas em nenhum instante por intervalos de tempo significativos. Rampas típicas de 3% de aclive com mais de 400m de extensão limitadas a 800m, e rampas de 4% de inclinações com até 400m de extensão. Poderão ocorrer rampas de 5% de aclive, limitadas a 400m, apenas para o caso de segmentos de velocidade diretriz de no máximo, 80km.~~

~~**Terreno Montanhoso:** Qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que obrigue os veículos pesados a operar a velocidades muito baixas por distâncias significativas ou a intervalos freqüentes. Rampas extensas com declividades de 3% até 6%.~~

~~Os segmentos rodoviários que apresentarem rampas íngremes e extensas, devem ser tratados isoladamente, constituindo segmentos especiais para análise individual de acordo com procedimentos específicos. Estes procedimentos podem ser encontrados nos itens que tratam de "Análise Operacional para Rampas Específicas" nos diversos capítulos do Highway Capacity Manual.~~

A seguir, apresenta-se **3.4.3.4**:

- ~~↙ Procedimentos para a análise operacional,~~
- ~~↳ Para utilização como memória de cálculo,~~
 - ~~↙ Principais tabelas e fórmulas do HCM para o Capítulo 3 – Vias Expressas, Capítulo 7 – Pista Dupla e Capítulo 8 – Duas faixas;~~
 - ~~↙ Modelos respectivos, para cálculo e apresentação dos Níveis de Serviço determinados.~~
- ~~↳ Como produto resultante dos cálculos desenvolvidos:-~~
 - ~~↙ Modelo de Tabela com o resumo mensal dos resultados obtidos, bem como, o número de horas e quais segmentos operam acima do Nível "D";~~
 - ~~↙ Gráficos do volume horário com as suas respectivas contagens (já dentro da rotina do Relatório Mensal de Tráfego e Acidentes);~~
 - ~~↙ Modelo de Tabela com o resumo anual dos resultados obtidos, o número de horas e quais segmentos operam acima do Nível "D", além da data provável de saturação do sistema, de acordo com estudos de taxa de crescimento das Concessionárias.~~

~~↙~~

~~—~~

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

34.2.1 Procedimentos para a análise operacional de segmentos homogêneos de Vias Expressas e Rodovias de Múltiplas Faixas.

~~Toda análise de capacidade requer que o segmento analisado tenha condições homogêneas de tráfego e da rodovia.~~

~~Diversos fatores obrigam ao seccionamento de uma via expressa para efeito de análise de capacidade:~~

- ~~- acessos e saídas de fluxo significativo;~~
- ~~- início e fim de rampas de grande declividade e extensão;~~
- ~~- mudanças na quantidade ou largura de faixas ou outros elementos de importância na seção transversal da via;~~
- ~~- mudanças no tipo de terreno atravessado;~~
- ~~- mudança dos limites de velocidade, e outros;~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~Dois tipos procedimentos de análise operacional são previstos no HCM:~~

- ~~✓ o procedimento geral, para Segmentos Extensos de Via Expressa, e~~
- ~~✓ o procedimento específico para Segmentos de Rampa Específicas ou Significativas.~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~Para vias expressas, como regra, o procedimento geral de Segmentos Extensos pode ser usado quando nenhum trecho de 3% ou mais de aclive for maior que 400 m ou quando nenhum trecho de mais de 2% até 3% for maior que 800 metros.~~

~~Caso ocorram rampas como as acima, o segmento deve ser seccionado e realizada análise pelo procedimento específico para segmentos de rampa.~~

~~Para as rodovias de múltiplas faixas o segmento de análise deve ser seccionado quando ocorrer uma variação de 2% ou mais na inclinação longitudinal ou quando ocorrer uma rampa ascendente com extensão superior a 2.500 metros.~~

~~Nas Rodovias de Múltiplas Faixas, os segmentos de rampa são considerados como "significativos" (Significant Ramps) quando se tratar de segmento de até 3% com mais de 1.600m de extensão, ou segmentos de mais de 3% com mais de 800 m.~~

~~Caso ocorram rampas como as acima, o segmento deve ser seccionado e realizada análise pelo procedimento específico para segmentos de rampa íngremes, separadamente para a pista ascendente e descendente.~~

~~Considerando que, de acordo com o Regulamento da Concessão, a monitoração das condições de tráfego nas rodovias são serviços delegados de competência específica da Concessionária, e que é obrigação da Concessionária dispor dos dados de volume e velocidade nos diversos segmentos homogêneos da rede, os passos a serem adotados para a determinação de níveis de serviço de segmentos homogêneos de vias expressas ou rodovias de múltiplas faixas são os seguintes:~~

Passo 1: ~~Obter~~ Selecionar os Dados Básicos:

- ~~✓~~ Volumes de Tráfego Classificado (V) e Velocidades Médias Operacionais (S) para as horas a serem analisadas no segmento analisado (normalmente, todas as horas do período);
- ~~✓~~ Fator de Hora de Pico Horário para horas e dias de características similares aos analisados ou, diretamente, as taxas de fluxo das horas a serem analisadas;
- ~~✓~~ Características dos motoristas usuários;
- ~~✓~~ Características da rodovia: quantidade e dimensões de faixas, acostamentos e faixas livres laterais, declividades e extensões de rampas, velocidades de projeto tipo de terreno, etc.;

Formatados: Marcadores e numeração

Passo 2: Segmentar a via, de forma apropriada, em segmentos homogêneos, determinando para cada segmento o procedimento a ser adotado (Geral ou Específico para Rampas Específicas).

Passo 3: Determinar a velocidade de fluxo livre (FFS) do segmento em análise, com base nos dados de velocidade de veículos leves para os horários de baixa demanda, ou com base no procedimento teórico a partir da Velocidade Básica de Fluxo Livre, conforme procedimento definido no HCM. A partir da FFS são identificados os limites dos parâmetros de Densidade a ser utilizados para análise de Nível de Serviço dos Segmentos (Tabela 3.1 do HCM 1.998 ou Tabela 23.2 do HCM 2.000, para vias expressas e tabelas 7.1 do HCM 1.998 ou Tabela 21.2 do HCM 2.000, para vias de Múltiplas Faixas).

Passo 4: Converter os fluxos horários (V) em taxas de fluxo de serviço (v_s), a partir dos volumes horários e dos Fatores de Pico Horário (PHF) levantados em campo;

Passo 5: Determinar os fatores de ajuste e equivalência da taxa de fluxo (f_{HV} e f_B);

Passo 6: Determinar o valor ajustado da a Taxa de Fluxo de Serviço (MSF_{v_s}) para cada hora a ser analisada.

Passo 67: Determinar a Densidade de tráfego (D) através da relação entre a Taxa de Fluxo de Serviço (v_s) ajustada e Velocidade Média Operacional (S) de cada hora a ser analisada.

Passo 78: Comparar a densidade resultante com os limites de densidade para cada nível de serviço, determinando o nível de serviço característico da operação em cada hora analisada ~~no para cada segmento analisado.~~

Arquivo Tabelas texto.xls pastaQuadro — V — Análise ias Expressas Oeste1/2 — Fórmulas e
Parâmetros — Cap 3 — 1 página

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – NS 50 horas Expressas – 1 página](#)

[Quadro—Vias Expressas 2/2—Modelo para Análise—Cap 3](#)

[Análise do Segmento Homogêneo de Via Expressa](#)

[Arquivo Tabelas texto.xls pasta – Vias Expressas – 1 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Análise Via de Múltiplas Faixas – 1 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – NS 50 horas Via de Múltiplas Faixas – 1 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Vias de Múltiplas Faixas – 1/2 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Vias de Múltiplas Faixas – 2/2 página](#)

Quadro — Vias Expressas

Horas Ordenadas pela Densidade de Tráfego

Quadro — Múltiplas Faixas —

Análise do Segmento Homogêneo

Quadro — Múltiplas Faixas —

Horas Ordenadas pela Densidade

34.2.2 Procedimentos para a Análise Operacional de segmentos homogêneos de Vias de Duas Faixas.

Também para as rodovias de duas faixas, a análise de capacidade requer que o segmento analisado em estudo tenha condições homogêneas de tráfego e da rodovia.

~~Diversos fatores obrigam ao seccionamento de uma via de duas faixas para efeito de análise de capacidade:~~

- ~~~ acessos e saídas de fluxo significativo;~~
- ~~~ início e fim de rampas de grande declividade e extensão;~~
- ~~~ mudanças na quantidade ou largura de faixas ou outros elementos de importância na seção transversal da via;~~
- ~~~ mudanças no tipo de terreno atravessado;~~
- ~~~ mudança dos limites de velocidade, e outros;~~

Formatados: Marcadores e numeração

Dois ~~tipos~~ procedimentos de análise operacional são previstos no HCM 1-998:

✓ o procedimento geral, para Segmentos Extensos;

== e

✓ o procedimento específico para Segmentos de Rampa.

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Como regra, o procedimento geral de Segmentos Extensos (denominados *General Terrain Segments*) pode ser usado para trechos de rampa de até 3% de alicive, ou trechos de rampa com de menos de 400-800 m.

Para rampas mais longas ou ~~muito mais íngremes~~ íngremes, o segmento deve ser seccionado e realizada a análise pelo procedimento específico para segmentos de rampa.

Os passos a serem adotados para a determinação de níveis de serviço de segmentos homogêneos de vias expressas de duas faixas, com dois sentidos, são os seguintes:

Passo 1: Obter os Dados Básicos:

- ✓ Volumes de Tráfego Classificado (V), com distribuição direcional (d) e Velocidades Médias Operacionais (S) considerando as velocidades de todos os veículos para as horas a serem analisadas no segmento analisado (normalmente, todas as horas do período);
- ✓ Fator de ~~Hora de Pico~~ Horário (PHF) para horas e dias de características similares aos analisados, ou, diretamente, as taxas de fluxo das horas a serem analisadas;
- ✓ Tipo de terreno, para o procedimento geral de Segmentos Extensos, ou características das rampas (extensões e declividades) para o procedimento de Segmentos Específicos de Rampa;
- ✓ Características da rodovia: dimensões de faixas e acostamentos, declividades e extensões, velocidades de projeto, delimitação-delimitação das ZUP- Zonas de Ultrapassagem Proibida, etc.;

Passo 2: Segmentar a via, de forma apropriada, em segmentos homogêneos, determinando para cada segmento o procedimento a ser adotado (Geral ou Específico para Rampas) e calculando para cada segmento a Porcentagem %ZUP e o e Tipo de Terreno (procedimento geral) ou as declividades e extensões de rampas (procedimento de Segmentos Específicos de ~~rampa~~Rampa) a serem adotadas.

Passo 3: Determinar os fatores de ajuste (f_d , f_w , E_T , E_B , E_R) e relações v/C a serem utilizadas para cada nível de serviço, além do fator f_g para o caso do procedimento de Segmentos Específicos de Rampa.

Passo 4: Determinar os fatores de veículos pesados (f_{HV}) para cada nível de serviço.

Passo 5: Determinar o valor da Taxa de Fluxo de Serviço (SF_i) para cada nível de serviço.

Passo 6: Converter os volumes de tráfego bidirecionais (V) em taxas de fluxo equivalentes (v), através da relação com o Fator de Pico Horário (PHF).

Passo 7: Identificar os valores limites para velocidades médias de operação para cada tipo de terreno, para cada nível de serviço (tabela 8-1 ou 8.2 do HCM 1-998).

Passo 8: Comparar a as taxas de fluxo equivalentes (v) resultantes do passo 6 com o valor da Taxa de Fluxo de Serviço de cada nível de serviço resultante do passo 5, determinando o nível de serviço em que se enquadraria a taxa de fluxo equivalente, em cada hora analisada no segmento analisado, caso as condições de operação não caracterizem fluxo congestionado.

Passo 9: Verificar se o fluxo na hora analisada era congestionado, através da comparação da Velocidade Média Operacional com os limites de velocidade definidos no passo 7. Caso a velocidade média obtida em campo caracterize o nível de serviço E ou F, este será o nível de serviço considerado. Caso contrário, será considerado o nível de serviço obtido através do procedimento do passo 8.

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Análise Via de Duas Faixas – 1 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Vias de Duas Faixas – 1/3 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Vias de Duas Faixas – 2/3 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Vias de Duas Faixas – 3/3 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Resumo Nível de Serviço Mensal – 1 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Gráfico1 – 1 página](#)

[Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Resumo Nível de Serviço Anual \(2\) – 1 página](#)

| [Arquivo Tabelas_texto.xls pasta – Resumo Nível de Serviço Anual– 1 página](#)

5. GESTÃO DA QUALIDADE DO MONITORAMENTO DO TRÁFEGO

O documento em questão indicou os parâmetros a serem verificados para o cálculo do Nível de Serviço de Operação, conforme a metodologia estipulada pelo Edital. Fica claro que é de suma importância a correta coleta das informações de campo, principalmente as relativas a volume e velocidade.

Neste sentido, com o objetivo de aferir a qualidade das informações obtidas em campo, até em acordo com as exigências da ISO, este manual acrescenta em caráter de colaboração, um formato de atuação a ser implantado por equipe interna da própria Concessionária, que tenha independência em relação às equipes de controle operacional, que também podem servir como embasamento e amparo em possíveis confrontações com auditorias ou fiscalização externas.

Dentro do aspecto técnico, essa equipe deve desenvolver todas as atividades necessárias à verificação e comprovação do atendimento, por parte das Concessionárias, dos padrões de desempenho quanto à capacidade e aos níveis de serviço de operação, em todos os segmentos rodoviários que compõem os referidos lotes.

Para tanto, deverá desenvolver as seguintes atividades:

- ✓ Acompanhar o processo de definição dos segmentos homogêneos de cada uma das rodovias que compõem o lote concedido e verificar sua adequação;
- ✓ Verificar se cada segmento homogêneo é monitorado em termos de fluxo de tráfego e velocidade, no nível de suficiência requerido para a realização dos estudos de capacidade, conforme procedimentos definidos no presente documento;
- ✓ Verificar a qualidade e suficiência dos dados obtidos através do sistema de monitoramento;
- ✓ Verificar se os dados obtidos a partir dos sistemas de monitoramento são adequadamente apropriados e repassados para a ARTESP;
- ✓ Verificar se os estudos de Capacidade e Níveis de Serviço são desenvolvidos dentro de estrita observância aos procedimentos definidos no presente documento;
- ✓ Atestar os resultados das análises de Capacidade e Níveis de Serviço fornecidos pelas equipes operacionais;
- ✓ Verificar se os padrões de desempenho exigidos contratualmente, em termos da Revisão Anual, exigida contratualmente à Concessionária, estão atendidos e emitir parecer conclusivo a este respeito.

Estas atividades são descritas nas seções que se seguem:

Formatados: Marcadores e numeração

5.1 Verificação Avaliação da Adequação dos Segmentos Homogêneos

Para efeito da Avaliação do Nível de Serviço de Operação do Tráfego, as rodovias que compõem o lote deverão ser subdivididas em segmentos que sejam homogêneos do ponto de vista de suas condições físicas e operacionais.

A verificação da adequação da divisão em segmentos homogêneos adotada pela Concessionária deve considerar os preceitos definidos no item 3.2 do presente documento em que se definem os critérios para o tratamento das Rodovias de Múltiplas Faixas e Vias Expressas e para as Rodovias de duas faixas (tópico “Segmentação da Rodovia em Segmentos Homogêneos”), assim como nas seções 3.2.1 e 3.2.2.

Sempre que houver alteração significativa nas condições físicas ou operacionais de um trecho das rodovias, deve ser analisada a conveniência de desmembramento. Quando a divisão adotada não for adequada poderá ser considerada a possibilidade de fusão de segmentos.

Propostas para as medidas de adequação cabíveis devem ser encaminhadas pela equipe de controle de qualidade ao setor operacional responsável pelo desenvolvimento dos cálculos.

5.2 Fiscalização dos Serviços de Monitoramento e Controle de Tráfego

Deverá ser verificado se todos os segmentos homogêneos estão adequadamente monitorados através de sistemas de levantamentos de dados permanentes ou periódicos, realizar a verificação da existência, adequada localização, além do funcionamento dos equipamentos automáticos de registro de velocidades e de contagem de fluxo, previstos essenciais para as atividades de monitoramento e controle do tráfego e do Nível de Serviço de operação das rodovias.

Quanto à localização, deverá verificar se os dispositivos de monitoramento estão instalados em local representativo das condições mais críticas ocorrentes no segmento, uma vez que a capacidade do segmento é determinada pela capacidade de sua seção de menor capacidade.

Quanto ao funcionamento, as inspeções de campo deverão ser realizadas em dias não pré-fixados, podendo ocorrer em qualquer horário e dia da semana. A equipe deverá ter uma programação de trabalho preestabelecida, de maneira que as inspeções possam ser feitas também nos fins de semana, feriados e horários de pico.

Para tanto, deverá ser feita uma amostragem aleatória de 10 dispositivos, em campo, ao longo do trecho para verificação do percentual em funcionamento. A frequência destas verificações deverá ser, maior nos segmentos críticos e mais espaçada nos demais segmentos.

Para o caso de levantamentos periódicos, a equipe de controle de qualidade deverá acompanhar a programação estabelecida realizar visitas incertas nos locais e períodos de realização das pesquisas. O resultado das inspeções será registrado em Ficha de Controle própria.

5.3 Verificação da qualidade e suficiência dos dados obtidos através do sistema de monitoramento

Deverá desenvolver os levantamentos e estudos necessários para verificação da qualidade dos dados fornecidos, independentemente dos levantamentos realizados pelo setor responsável pela elaboração dos cálculos, sendo que deverão abranger todos os segmentos onde possam ocorrer variações significativas de fluxos e/ou de velocidades operacionais.

A qualidade dos dados obtidos deverá ser verificada a partir destes levantamentos de campo.

Os levantamentos a serem realizados compreendem os dados a serem utilizados nas análises de capacidade, envolvendo fluxos classificados e sua flutuação temporal e dados de velocidade média dos veículos, por tipo.

As informações sobre flutuação temporal deverão abranger as variações sub-horárias em intervalos de 15 minutos, com determinação do PHF, ou seja, deverá ser verificado e atestado que a equipe operacional registra os dados de fluxo de tráfego a intervalos de 15 minutos.

Como procedimento de rotina, deverão ser realizadas inspeções visuais mensais, variando-se o dia da semana e a hora da inspeção, de tal modo que se obtenha ao longo do tempo um panorama geral do Nível de Serviço em que operam as rodovias.

No entanto, para a finalidade específica de controlar o Nível de Serviço de operação, os levantamentos de volumes classificados e velocidades operacionais deverão ser realizados nos locais críticos da rede (quanto à capacidade) e nos horários e dias de grande demanda de tráfego, segundo uma programação, de locais e horários, com base nas estatísticas de fluxo de tráfego, correspondentes aos anos anteriores, entregues pela Concessionária à Diretoria de Operações da ARTESP. A seleção dos locais, datas e horários a serem levantados, se baseará em uma análise da Revisão Anual de Desempenho Operacional da Concessionária (Relatório Anual de Níveis de Serviço), em que se identificará as ocorrências de maior demanda na rede, verificando em que locais, datas e horários poderão se repetir.

Nestes locais e períodos críticos, deverão ser levantados, com a utilização de equipamento manual ou automático, os fluxos de tráfego classificados de veículos e as velocidades médias operacionais por tipo de veículo, por sentido, para períodos de 15 minutos e horário, nas horas de maior movimento do dia e do mês.

As informações coletadas serão confrontadas com os registros referentes ao local e período de inspeção.

Os levantamentos de velocidade média para determinação de velocidades de fluxo livre deverão ser realizados em horários de baixa demanda, sendo que será preciso obter, separadamente, os registros de velocidades por tipo de veículo.

Além disso, deverão ser realizadas, com maior frequência nas seções consideradas críticas (de menor capacidade) na rede sob supervisão, avaliações visuais do Nível de Serviço de Operação.

segundo as condições de mobilidade dentro do fluxo de tráfego, de acordo com os critérios apresentados nos quadros que constam do presente documento técnico.

Deverá desenvolver os levantamentos e estudos necessários para verificação da qualidade dos dados fornecidos, independentemente dos levantamentos realizados pela equipe operacional, sendo que deverão abranger todos os segmentos onde possam ocorrer variações significativas de fluxos ou de velocidades operacionais, mesmo que estes pontos de pesquisa não sejam monitorados.

Os dados caracterizadores de Níveis de Serviço deverão ser comparados internamente para verificação de sua consistência e deverão ser, também, verificados quanto à sua suficiência temporal e espacial, devendo ser avaliado:

- ✓ Se os dados fornecidos são suficientes para a aplicação dos procedimentos de determinação dos níveis de serviço, compreendendo os volumes de tráfego classificado, as velocidades médias de operação correspondentes aos horários em que foram obtidos os volumes e os PHF referentes às respectivas horas;
- ✓ Se os dados apresentados representam adequadamente cobrem cada um e todos os segmentos homogêneos existentes nas rodovias concedidas;
- ✓ Se os dados apresentados cobrem todas as horas de demanda significativa do período analisado (mês ou ano).

Formatados: Marcadores e numeração

5.4 Verificação da observância aos procedimentos definidos no presente documento

Além da verificação, in loco, dos levantamentos de dados, a equipe de controle deverá verificar a utilização dos padrões técnicos apresentados no presente documento técnico que está embasado no HCM.

As ocorrências verificadas em campo e as inconsistências eventuais, em relação aos dados levantados deverão ser avaliados pela Concessionária, além de serem tomadas as providências normais afetas à essa tarefa.

5.5 Verificação do atendimento dos padrões de desempenho exigidos contratualmente.

Ao final de cada mês deverá ser apresentado dentro do Relatório Mensal da Concessionária, item específico contendo uma avaliação sucinta das condições operacionais das rodovias, ou seja, do padrão de atendimento dos serviços prestados quanto ao Nível de Serviço de Operação, indicando as principais ocorrências e alterações na qualidade do fluxo de tráfego, sendo que, para tanto, deverá ser utilizada a ficha própria Modelo de Nível de Serviço espelhando os levantamentos e estudos executados.

No que diz respeito à avaliação anual a ser feita, é importante destacar que para caracterizar o atendimento aos padrões de desempenho contratualmente exigidos, será preciso caracterizar as cinquenta (50) horas de maior demanda (não necessariamente as de maior fluxo) no ano:

- ✓ Para o caso de vias de múltiplas faixas e expressas, as 50 horas de maior densidade.
- ✓ Para o caso de vias de pista simples, dois sentidos, as 50 horas de menor velocidade média operacional (todos os tipos de veículos, em ambos os sentidos), sendo o nível de serviço determinado a partir dos intervalos característicos de velocidades médias definidos nos quadro 8-1 e 8-2 do HCM, respectivamente, para segmentos genéricos e segmentos específicos de rampas.

Formatados: Marcadores e numeração

5.6 Elaboração de Relatório de Análise da Revisão Anual de Desempenho dos Níveis de Serviço do Tráfego.

Na avaliação anual, a Concessionária emite um relatório especial, o Relatório Anual de Níveis de Serviço da Concessionária. Este relatório deverá conter uma análise crítica e os resultados de cada uma das atividades relacionadas na introdução deste capítulo 5, consolidando as observações constantes dos relatórios mensais do ano e complementadas, se necessário.

Tanto os Relatórios Mensais como o Relatório Especial Anual deverão apresentar o seguinte conteúdo mínimo:

- ✓ Análise da Suficiência do Monitoramento e Controle de Tráfego realizado nos segmentos homogêneos;
- ✓ Verificação da Qualidade e Suficiência dos dados obtidos através do sistema de monitoramento;
- ✓ Avaliação da adequação do registro e repasse dos dados de monitoramento;
- ✓ Adequação dos estudos de Capacidade e Níveis de Serviço com as diretrizes do HCM e com os procedimentos definidos pela ARTESP;

Formatados: Marcadores e numeração

Para verificação da suficiência da Capacidade ofertada em cada segmento homogêneo da rede, por uma questão de coerência com as condições contratuais, no que diz respeito aos padrões de desempenho exigidos para Níveis de Serviço, poderá ser considerado que o Nível de Serviço característico de determinado ano e segmento é o Nível ocorrente na 51ª hora de maior demanda do ano:

- ✓ Para o caso de Vias de Múltiplas Faixas e Vias Expressas, a 51ª hora ordenada dentre as de maior densidade de tráfego no ano;
- ✓ Para o caso de vias de Pista Simples, operada em dois sentidos, a 51ª hora ordenada dentre as de menor velocidade média operacional.

Formatados: Marcadores e numeração

Quadro — Pista de Duas Faixas 1/2 — Fórmulas e Parâmetros — Cap 8

Quadro — Pista de Duas Faixas — 2/2 Modelo para Cálculo — Cap 8

— Tabelas 8.1 a 8.4

Quadro — Pista de Duas Faixas — 2/2 Modelo para Cálculo — Cap 8

Tabelas 8.5 e 8.6

~~Quadro – Modelo para Resumo do Nível de Serviço – 1/5 – Mês de Referência~~

Quadro — Modelo para Resumo do Nível de Serviço — 2/5 — Gráfico Volume Horário

Quadro — Modelo para Resumo do Nível de Serviço — 3/5 — Cálculo Anual das 50 h mais carregadas

Quadro — Modelo para Resumo do Nível de Serviço — 4/5 — Ano de Análise e Projeções

Quadro — Modelo para Resumo do Nível de Serviço — 5/5 — projeção do Ano de Saturação, a partir das 50 h anuais mais carregadas.

Quadro—Modelo para Resumo do Nível de Serviço—5/5—Projeção do Ano de Saturação, a partir das 50 h anuais mais carregadas

4.——EDITAIS DE CONCESSÃO

Os padrões de operação, a serem atendidos, durante o período de Concessão, foram expressos, nos Editais, em termos de Níveis de Serviço Padrões de Operação e da Quantidade máxima de horas por ano em que se admitem níveis de serviço inferiores (mais congestionados) que os definidos como padrão.

Conforme já citado em outros capítulos deste relatório, os Níveis de Serviço são definidos e utilizados, nos Manuais de Engenharia de Tráfego, para traduzir, em uma linguagem qualitativa, a condição de fluxo prevalente em determinado segmento viário, em determinado instante, e convencionou-se estabelecer seis níveis de serviço para traduzir as condições do fluxo de tráfego, que foram denominados de Nível A até Nível F.

Esses representam níveis de adensamento (saturação) progressivos do fluxo de tráfego, sendo que o nível A corresponde a uma condição de fluxo totalmente livre em que são possíveis altas velocidades operacionais e grande liberdade de manobras. O nível F corresponde, no outro extremo, ao fluxo totalmente congestionado, com velocidades operacionais muito baixas (“para e anda”). Os níveis intermediários entre estes correspondem a condições progressivas de adensamento.

De acordo com os conceitos definidos para os Níveis de Serviço, o maior fluxo de serviço possível de passar em determinada seção da via (ou seja, a capacidade da via) ocorre sob condições do Nível de Serviço E.

Se, por um lado, a operação das rodovias sob o Nível de Serviço E poderia ser desejável porque com ele se consegue os maiores fluxos observados, por outro lado, a operação neste nível de serviço não é recomendável, porque o fluxo se dá em uma condição de grande instabilidade. Com isso se pretende dizer que, no Nível de Serviço E, a densidade de fluxo é tão alta e a distância entre veículos é tão pequena, que são insuportáveis para os motoristas, que se vêem compelidos a reduzir significativamente a velocidade dos veículos, provocando freqüentes colapsos na continuidade do fluxo, advindo os congestionamentos.

É fato notório que, quase sempre, quando a condição de fluxo atinge o Nível de Serviço E, acaba degenerando para o congestionamento (Nível F), e por isso, o Nível de Serviço E não é desejável como condição normal de operação, devendo sua ocorrência ser evitada e limitada a poucas horas por ano.

Os Editais de Licitação para Concessão Rodoviária do Programa Estadual de Desestatização e Parcerias com a Iniciativa Privada do Governo do Estado de São Paulo, no Anexo 7 (“Serviços Correspondentes a Funções de Ampliação”), no capítulo denominado “Melhoramentos do Sistema”, coloca como padrão de desempenho operacional de rodovias, um determinado nível de serviço,

considerado como a pior condição admissível, em termos de fluidez do tráfego, para a operação das rodovias em bases normais.

Os limites a serem observados, aparecem nos vários Editais de Concessão em 10 itens distintos do Anexo 7 e em 1 item do Anexo 5, conforme segue:

- ↳ Critérios para adequação de capacidade;
- ↳ Faixas de aceleração e desaceleração;
- ↳ Faixas adicionais ascendentes;
- ↳ Faixas adicionais / Vias marginais / Pistas reversíveis;
- ↳ Faixas adicionais / Acostamentos;
- ↳ Faixas adicionais / Acostamentos / Vias marginais;
- ↳ Vias marginais;
- ↳ Faixas adicionais;
- ↳ Dispositivos de entroncamento;
- ↳ Ampliação / Implantação de obras de arte especiais;
- ↳ Operações especiais para atendimento à demanda de fluxo (Anexo 5).

Além desses itens, faz parte do entendimento da questão, o que foi incorporado ao Edital quando do questionamento feito à época da Licitação. Neste caso, encontrou-se citação apenas para o Lote 20 – SP Vias, na pergunta nº 13 sobre o item 2.3.8 – Faixas de Aceleração / Desaceleração.

Os Quadros 1 a 12 reproduzem os dizeres dos Editais, por Concessionária, onde estão destacadas em vermelho, as formas de redação diferenciadas entre elas.

Baseado nos 12 quadros citados foi elaborado o Quadro 13, que resume por Contrato, os textos que são utilizados para definir o limite de aceitação do Nível de Serviço.

Formatados: Marcadores e numeração

Quadro 1—Autoban

Quadro 2 Tebe

Quadro 3 — Vianorte

Quadro 4 – Entrevias

Quadro 5—Centrovias

Quadro 6 — Triângulo

Quadro 7—Autovias

Quadro 8 — Renovias

Quadro 9 — Viaoeste

Quadro 10—Colinas

Quadro 11 – SPVias

Quadro 12 — Ecovias

Quadro 13 — Resumo dos Textos dos Editais

Assim, no sentido de uniformizar o entendimento, a **ARTESP** decidiu sobre a questão, padronizando para qualquer situação a seguinte interpretação:

1—~~Texto do Edital: “superar o nível de serviço **D** em mais de 50 h/ano”~~

~~Interpretação: O limite é de 50 horas do nível de serviço **E**. O termo “superar o nível de serviço **D**” reporta à condição de nível **E** ou **F**, o complemento: “em mais de 50 h/ano” fornece o limite de tolerância.~~

~~Cabe ressaltar, que o termo superar quando entendido para Nível de Serviço, não significaria “melhorar” o padrão (Níveis **C**, **B** e **A**), mas sim, piorar a qualidade (Níveis **E** e **F**).~~

2—~~Texto do Edital: “atingirem o nível de serviço **D** em 50 h/ano”~~

~~Fica substituído por “superar o nível de serviço **D** em mais de 50 h/ano”, com o mesmo entendimento anterior.~~

3—~~Texto do Edital: “observando o nível de serviço **D** no máximo em 50 h/ano como mínimo”~~

~~Fica substituído por “superar o nível de serviço **D** em mais de 50 h/ano”, com o mesmo entendimento do item 1.~~

4—~~Texto do Edital: “assegurar que o limite de 50 h/ano, acima do nível de serviço **D**, não seja ultrapassado”.~~

~~Interpretação: O limite é de 50 horas do nível de serviço **E**. Valem as observações feitas para o item 1.~~

~~5. — OriNtaçÕES para as supervisoras~~

~~Cabe às Supervisoras, atestar os dados fornecidos pelas Concessionárias, com base na verificação e comprovação da realização dos levantamentos de monitoramento.~~

~~Além da verificação, in loco, dos levantamentos de dados, as Supervisoras deverão verificar a utilização dos padrões técnicos apresentados no presente relatório que está embasado no HCM, o qual define os parâmetros para o Cálculo da Capacidade Viária com a da determinação dos Níveis de Serviço de Operação das rodovias.~~

~~A Supervisora deverá fiscalizar o cumprimento dos preceitos contidos no Edital, no Regulamento da Concessão e nos anexos:~~

~~De acordo com o Edital:~~

~~“20.3 – A CONCESSIONÁRIA deverá implantar sistemas tecnologicamente atualizados, que permitam ampla automatização das operações, tanto no sentido de elevar o nível dos serviços oferecidos aos usuários, quanto objetivando o~~

mais eficiente desempenho dos SERVIÇOS NÃO DELEGADOS, especialmente no que se refere à monitoração do tráfego e à fiscalização de trânsito.”

“20.4.1. Os valores numéricos estabelecidos no Anexos referidos neste item, utilizados para definir os padrões e níveis de serviços desejados, subsidiando assim a qualificação e quantificação dos recursos necessários à execução desses serviços, devem ser entendidos como parâmetros mínimos, constituindo-se assim em pontos de partida para o aperfeiçoamento contínuo dos correspondentes níveis de serviço, através de monitoramento e análise de desempenho, a serem efetuados em caráter permanente pela CONCESSIONÁRIA, com o acompanhamento do CONTRATANTE.”

De acordo com o Regulamento da Concessão:

“Artigo 5º São serviços delegados, de competência específica da concessionária:
Serviços correspondentes a funções operacionais, compreendendo especialmente:
h. monitoração das condições de tráfego na rodovia.”

De acordo com o Anexo 5:

~~“2. SISTEMA DE MONITORAÇÃO DE TRÁFEGO, COMUNICAÇÃO E TRANSMISSÃO DE DADOS~~

~~2.1. Conceitos Básicos~~

~~Os serviços correspondentes às funções operacionais e o apoio aos serviços não delegados deverão se basear em sistema de monitoração, que permita o sensoriamento do tráfego nos principais pontos do sistema viário, integrado através de sistema de transmissão de dados a um Centro de Controle de Operações (CCO).....~~

~~2.2. Descrição, Especificações e Níveis de Serviço~~

~~2.2.1. Sistema de Monitoração / Sensoriamento de Tráfego~~

~~Deverá compreender sensores, equipamentos de registro de imagem e circuito fechado de televisão, cobrindo todo o sistema viário.”~~

Assim, com base nas condições contratuais, os levantamentos dos dados de monitoramento dos níveis de serviço deverão ser de caráter permanente e cobrir todo o sistema viário.

Os dados para análise operacional dos níveis de serviço, compreendendo fluxos e velocidades, deverão ser obtidos para todas as horas do ano, para cada sentido de tráfego, em cada segmento homogêneo das rodovias sob concessão.

~~↳ Determinação das Velocidades Médias de Percurso características dos Segmentos Homogêneos:~~

~~O processo de determinação das Velocidades de Fluxo Livre, baseada nas Velocidades Médias de Percurso características dos Segmentos Homogêneos deverá possibilitar, em primeiro lugar, a validação dos segmentos homogêneos definidos e, em segundo lugar, a determinação dos Níveis de Serviço desses segmentos. Além disso, poderá haver estudos comprobatórios de trechos específicos ou pontuais, tais como, trechos urbanos, rampas, trevos/acessos que venham a ser identificados como necessários, quer pela ARTESP, Concessionárias ou pelas próprias Supervisoras.~~

~~↳ Verificação da Adequação dos Segmentos Homogêneos~~

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

~~Para efeito da Avaliação do Nível de Serviço de Operação do Tráfego, as rodovias que compõem o lote deverão ser subdivididas em segmentos homogêneos do ponto de vista de suas condições físicas e operacionais.~~

~~A verificação da adequação da divisão em segmentos homogêneos adotada pela Concessionária deve considerar os preceitos definidos no item 3.2 do presente documento em que se define os critérios para o tratamento das Rodovias de Múltiplas Faixas e Vias Expressas e para as Rodovias de duas faixas.~~

~~↳ Inspeções e Levantamentos de Campo para Apoio às Atividades de Supervisão~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~As inspeções de campo deverão ser realizadas em dias não pré-fixados, podendo ocorrer em qualquer horário e dia da semana. As equipes de inspeção deverão ter uma programação de trabalho preestabelecida, de maneira que as inspeções possam ser feitas também nos fins de semana, feriados e horários de pico.~~

~~Os levantamentos devem ser, em princípio, executados por equipes compostas por 02 operadores, coordenadas por um supervisor responsável pelo acompanhamento e avaliação dos resultados das inspeções. A quantificação das equipes necessárias deverá ser a necessária para manter na rodovia uma fiscalização por período de 16 horas/dia, além de, com um regime adequado de turnos, proceder a fiscalização durante os horários de pico de tráfego e noturnos.~~

~~↳ Fiscalização dos Serviços de Monitoramento e Controle de Tráfego~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~↳ Inspeção da Localização e Funcionamento dos Equipamentos de Monitoramento e Controle~~

~~Trata-se da inspeção para verificação do funcionamento dos equipamentos automáticos de registro de velocidades e de contagem de fluxo previstos para as atividades de monitoramento e controle do tráfego e do Nível de Serviço de operação das rodovias.~~

~~Será feita uma amostragem aleatória de 10 dispositivos, em campo, ao longo do trecho para verificação do percentual em funcionamento, com frequência, no mínimo semanal.~~

~~O resultado da inspeção será registrado em campo específico da Ficha de Inspeção n.º06, apresentada no Manual de Supervisão das Funções Operacionais.~~

~~Ao final de cada mês deverá ser apresentado dentro do Relatório Mensal da Supervisora, item específico contendo uma avaliação sucinta das condições operacionais das rodovias, ou seja, do padrão de atendimento dos serviços prestados pelas Concessionárias quanto ao nível de Serviço de Operação, indicando as principais ocorrências e alterações na qualidade do fluxo de tráfego, sendo que, para tanto, deverá ser utilizado o campo específico previsto na Ficha própria ficha de Inspeção espelhando os levantamentos realizados.~~

~~As fichas de inspeção detalhadas, bem como, os relatórios de cada período serão arquivados, após sua utilização para as providências cabíveis nas atividades de fiscalização.~~

~~Levantamentos para Verificação dos Dados~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~Serão realizadas inspeções mensais, variando-se o dia da semana e a hora da inspeção, de tal modo que se obtenha ao longo do tempo um panorama geral do Nível de Serviço em que operam as rodovias.~~

~~O levantamento será realizado com a finalidade de avaliar o nível de serviço, em determinado período, em determinada Seção de Controle da via, com o objetivo de verificar a consistência dos dados fornecidos pela Concessionária.~~

~~Trata-se de levantamento amostral para verificação da consistência das informações contidas nos registros de Velocidade e Contagem de Fluxo, fornecidos pelas Concessionárias.~~

~~Será feita uma amostragem, nos dias e períodos de maior movimento das rodovias do sistema, em posição concorrente com as seções de controle das Concessionárias, dos Fluxos de Tráfego e das Velocidades dos veículos, por sentido de fluxo.~~

~~✓Avaliação Visual do Nível de Serviço de Operação;~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~O Nível de Serviço deverá ser avaliado segundo as condições de mobilidade dentro do fluxo de tráfego, cujos critérios são constantes no HCM – 1994, relacionados no Quadro I, para as Rodovias de Múltiplas Faixas, e no Quadro II, para as Rodovias de Duas faixas e duas faixas de rolamento. De acordo com os quadros mostrados nos itens 2.3 e 2.4 do presente relatório~~

~~✓Levantamento das Velocidades Pontuais dos Veículos Usuários da Rodovia~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~Este levantamento amostral tem a finalidade de avaliar a Velocidade Média de Operação desenvolvida em determinada Seção de Controle da via, com o objetivo de verificar a consistência dos dados fornecidos pela Concessionária.~~

~~✓Fluxos Classificados de Tráfego.~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~Deverão ser levantados, com a utilização de equipamento manual ou automático, os fluxos de tráfego classificados de veículos, por sentido, para períodos de 15 minutos e horário, nas horas de maior movimento do dia e do mês.~~

~~✓Tratamento das Informações.~~

Formatados: Marcadores e numeração

~~As informações coletadas serão confrontadas com os registros referentes ao local e período de inspeção, sendo que o resultado das inspeções será registrado em campo específico da Ficha de Inspeção.~~

~~Os parâmetros de referência para os Níveis de Serviço a serem avaliados são os apresentados nos quadros do item 3.2 do presente Manual.~~

~~As ocorrências verificadas em campo e as inconsistências verificadas em relação aos dados levantados pela Concessionária deverão ser lançadas em item específico do Relatório Mensal de Supervisão, além de serem tomadas as providências normais afetas à função de fiscalização.~~

6. 5 CONCLUSÃO

A presente proposta de Manual de Procedimentos Práticos para Cálculo de Capacidade Viária e Determinação de Nível de Serviço de Operação consiste na consolidação e complementação de conceitos e procedimentos técnicos, a partir de análises e estudos realizados pela EAG, com base no Highway Capacity Manual – HCM editado pelo TRB – Transportation Research Board, visando uma proposta de padronização de procedimentos para todo o Programa de Concessão de Rodovias de São Paulo.

Salienta-se que os comentários e sugestões incorporados às análises contidas em relatórios sobre capacidade viária e níveis de serviço anteriores, já almejavam este tipo de padronização, objetivando a definição de um produto final que unifique todos os procedimentos/conceitos, de acordo com as metas do Programa.

Embora o presente relatório já tenha um conteúdo significativo, é importante destacar, que um dos objetivos deste documento é que os técnicos desenvolvam agilidade e clareza com os conceitos aqui mostrados, na elaboração dos cálculos mensais e anuais para a determinação dos de níveis de serviço de operação.

Cabe reiterar a importância dessa padronização, face aos seguintes aspectos:

- ✓ Obtenção de um padrão de operação nas rodovias concedidas do Estado de São Paulo, que de forma gradativa, possibilite a avaliação precisa do tráfego e da real capacidade viária, com planejamento adequado em tempo hábil, para possíveis soluções de ampliações.
- ✓ Maior credibilidade do Programa e agilidade no envio de informações das Concessionárias para a ARTESP.

Finalmente, dada à premência e importância deste assunto, para um entendimento uniforme da questão por todos os técnicos envolvidos, seja da ARTESP, Concessionárias e Supervisoras, a EAG solicita que sugestões ou complementos correções sejam comunicadas, para que futuramente, revisões deste documento, o mantenham atualizado e útil para todos os envolvidos.

Formatados: Marcadores e numeração