

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS
COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE
TRÁFEGO**

Heloni Maura Martorano Martinez

São Carlos

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS
COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE
TRÁFEGO**

Heloni Maura Martorano Martinez

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Jr.

São Carlos

2006

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M385ms

Martinez, Heloni Maura Martorano.

Metodologia para seleção de ferramentas
computacionais para o ensino de engenharia de tráfego /
Heloni Maura Martorano Martinez. -- São Carlos : UFSCar,
2007.

146 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2006.

1. Engenharia de tráfego. 2. Engenharia – estudo e
ensino. 3. Software de aplicação. 4. Ferramenta
computacional – Synchro. 5. Ferramenta computacional –
Simtraffic. I. Título.

CDD: 388.41 (20^a)

FOLHA DE APROVAÇÃO

HELONI MAURA MARTORANO MARTINEZ

Dissertação defendida e aprovada em 30/10/2006
pela Comissão Julgadora



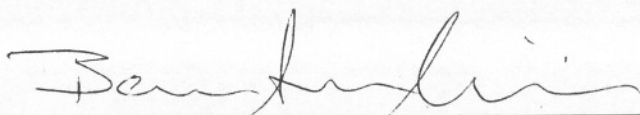
Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Jr
Orientador (DECiv/UFSCar)



Profª Drª Fernanda Antonio Simões
(PEU/UEM)



Prof. Dr. Antônio Néelson Rodrigues da Silva
(STT-EESC/USP)



Prof. Dr. Bernardo Afantes do Nascimento Teixeira
Presidente da CPG-EU

Dedicatória

Dedico este trabalho à memória de meu pai,
Nicolau Martorano

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Junior, meu orientador,
pela oportunidade concedida,
pelas preciosas orientações no momento certo e,
acima de tudo,
pela confiança em meu trabalho.

Aos professores do PPGEU - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Urbana da UFSCar,
pelos ensinamentos recebidos e pelo incentivo à pesquisa urbana.

À Secretaria do PPGEU,
em especial à Sra. Sonia Guimarães,
pelo suporte administrativo nas horas precisas.

A todos os meus colegas do PPGEU
cuja amizade fez a tarefa menos árdua.

Aos técnicos e antigos colegas
da Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas S.A. – EMDEC,
que, no ano de 2004 disponibilizaram dados referentes ao volume de tráfego de
alguns cruzamentos da cidade de Campinas,
para possibilitar o uso do software estudado nesta pesquisa.

Aos professores das universidades brasileiras,
que concederam um pouco do seu já escasso tempo, em meio a tantas tarefas,
para atender meu pedido e responder o questionário da minha pesquisa.

Agradecimento especial

Ao meu marido Cláudio Martinez,
e às minhas filhas,
Graciela e Maria Claudia,
pela compreensão da ausência
nos muitos momentos
dedicados a este trabalho.

RESUMO

Ferramentas computacionais – softwares – vêm sendo cada vez mais utilizadas no âmbito da Engenharia. Para a formação dos futuros profissionais engenheiros, vários autores já confirmaram os benefícios de seu uso para o ensino. Na área de Engenharia de Tráfego, a disponibilidade de softwares específicos vem crescendo nos últimos anos e uma das dificuldades em sua utilização está no processo de seleção da ferramenta computacional mais adequada ao trabalho a ser realizado. Este estudo apresenta uma proposta de metodologia para seleção de ferramentas computacionais - softwares - para uso no ensino de disciplinas na área de Engenharia de Tráfego. Esta metodologia, denominada MESET - METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, foi adaptada a partir de um método do Departamento de Transportes dos Estados Unidos, do qual foram utilizados os critérios originais de avaliação para o processo de desenvolvimento e adaptação à tarefa específica de uso no ensino, segundo parâmetros presentes na realidade brasileira. A identificação de critérios e itens componentes foi efetuada a partir de pesquisa realizada junto a professores de Engenharia de Tráfego de várias universidades brasileiras. Com a definição dos formulários adequados e rotina de procedimentos, a MESET é demonstrada para o software Synchro/SimTraffic, versão demo. Os resultados obtidos nesta aplicação da MESET indicaram que o Synchro se enquadra para o ensino do dimensionamento de semáforos para interseções e trechos, segundo os critérios adotados.

ABSTRACT

Computational tools - softwares – become more and more useful in the scope of Engineering. Several authors have already confirmed its benefits for the engineering's students education. In the last years, the availability of specific softwares for Traffic Engineering have increased. Nowadays, the selection process to identify the more adjusted computational tool to each task is one of the major difficulties in its use. This paper presents a methodology for selecting computational tools - softwares – to be used in teaching disciplines of Traffic Engineering. This methodology, named MESET - METHODOLOGY FOR SELECTING COMPUTATIONAL TOOLS FOR TEACHING TRAFFIC ENGINEERING, was based on United States Department of Transports' method, (2004). Its original evaluation criteria and specific tasks were adapted for teaching use inside the Traffic Engineering's parameters from Brazilian reality. The component criteria and item were identified through research carried with Traffic Engineer's Brazilian universities teachers. After defining the adequate procedures and routines MESET was also demonstrated through the software Synchro/SimTraffic, demo version. Through the criteria adopted, MESET's application final results have indicated that the software Synchro is adjusted to teach the analysed item - the modeling of intersections traffic lights.

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1: Diagrama esquemático do Projeto USDLET (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)	41
Figura 5.2. Cruzamento estudado com o Synchro (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)	43
Figura 5.3: Opções de arquivos de cruzamentos na versão demo do Synchro 5 (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)	43
Figura 5.4: Representação do cruzamento: volumes e faixas de tráfego (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)	44
Figura 5.5: Janela de inserção de dados operacionais da interseção. (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)	45
Figura 5.6: Tela de simulação dos movimentos no cruzamento. (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)	45
Figura 6.1: Método USDOT Etapa 1 – Escolha da Categoria de Ferramenta	48
Figura 6.2: Método USDOT Etapa 2 – Escolha da Ferramenta Especifica	49
Figura 6.3: Preenchimento da Tabela da Etapa 1 Método USDOT	54
Figura 6.4: Preenchimento da Tabela da Etapa 1 Método USDOT - Parte Final	55
Figura 8.1: Retorno da Pesquisa com Professores de Engenharia de Tráfego	65
Figura 8.2: Contexto de Análise: Média das avaliações dos seus quesitos	67
Figura 8.3: Ambiente Geográfico: Média das avaliações dos seus quesitos	68
Figura 8.4: Facilidades de Transporte: Média das avaliações dos seus quesitos	69
Figura 8.5: Meios de Transporte: Média das avaliações dos seus quesitos	70
Figura 8.6: Aplicações de Controle e Gerenciamento do Tráfego: Média das avaliações dos seus quesitos	72
Figura 8.7: Reações/ Respostas dos Usuários: Média das avaliações dos seus quesitos	73
Figura 8.8: Medidas de Desempenho/Performance do Tráfego: Média das avaliações dos seus quesitos	74
Figura 8.9: Composição do Custo Efetivo (Real) de um Software: Média das avaliações dos seus quesitos	75
Figura 8.10.: Contexto de Análise e Critérios	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Organização profissional das funções municipais de transporte (adaptado da Tabela 11.2 WORLD BANK, 2002)	11
Tabela 2.2: Programa da disciplina Engenharia de Tráfego em universidades brasileiras	14
Tabela 3.1: Diferentes enfoques do processo educacional (COLENCI JR., 1998, citado por COLENCI, 2000)	21
Tabela 6.1: Relevância das Categorias de Ferramentas de Análise de Tráfego em Relação ao Contexto de Análise - Método USDOT	51
Tabela 6.2: Relevância das Categorias de Ferramentas de Análise de Tráfego em Relação à Área de Estudo/ Escopo Geográfico - Método USDOT	53
Tabela 9.1: Formulário – MESET	78
Tabela 10.1: Aplicação MESET – Procedimento 2 – Escolha da Ferramenta Específica – (avaliação do Software Synchro/SimTraffic).....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 8.1: Níveis de Importância dos Quesitos na Avaliação do Ensino	66
Quadro 8.2: Critério Aplicações de Controle e Gerenciamento: Quesitos a excluir	71
Quadro 10.1: Aplicação Procedimento 1 – Categoria da Ferramenta – Resultados Finais	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Considerações Gerais	1
1.2	Objetivo Geral	3
1.2.1	Objetivo Específico	3
1.3	Justificativa	3
1.3.1	A importância da adequada capacitação dos técnicos em Transporte e Tráfego	3
1.3.2	O custo de softwares especializados para o ensino da Engenharia de Tráfego	4
1.3.3	A importância dos softwares de simulação no aprendizado da Engenharia de Tráfego	5
1.4	Estrutura de apresentação do trabalho	6
2	A ENGENHARIA DE TRÁFEGO	9
2.1	A gestão do tráfego nos ambientes urbanos e atribuições do engenheiro de tráfego	9
2.2	A questão da capacitação de recursos humanos para o tráfego e transporte	11
2.3	A disciplina Engenharia de Tráfego nas universidades brasileiras	13
2.4	O tópico “semáforos” na disciplina Engenharia de Tráfego	17
3	A INCLUSÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA A MELHORIA DO ENSINO E APRENDIZAGEM NOS CURSOS DE ENGENHARIA	19
3.1	A evolução tecnológica e o ensino de Engenharia	19
3.2	A busca por um novo modelo de Ensino-Aprendizagem	20
3.3	O uso do computador como auxiliar desse novo modelo	22
3.4	O software educativo	23
3.5	As vantagens de softwares de simulação no processo de ensino-aprendizagem	25
4	FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA ENGENHARIA DE TRÁFEGO	26
4.1	Introdução	26
4.2	Aplicações e funções das ferramentas de análise de tráfego	26
4.3	Categorias das ferramentas para análise de tráfego	28
4.4	Limitações relacionadas ao uso de ferramentas de análise de tráfego	31
4.5	O uso de softwares para análise, modelagem e simulação do tráfego	32
4.6	Seleção de Ferramentas de Análise de Tráfego	36

5	A APLICAÇÃO DO SOFTWARE SYNCHRO/SIMTRAFFIC 5, VERSÃO DEMO NA UFSCAR.....	39
5.1	Introdução	39
5.2	O Projeto USDLET da UFSCar	39
5.3	O software Synchro/ SimTraffic.....	41
5.3.1	O uso do software Synchro 5, versão demo	42
6	O MÉTODO USDOT.....	47
6.1	Introdução	47
6.2	Os critérios de análise do Método USDOT	49
6.3	Características das ferramentas por categoria.....	50
6.4	As Etapas do Método USDOT	51
6.4.1	Etapa 1: Seleção da categoria de ferramenta de análise de tráfego	51
6.4.2	Etapa 2: Seleção da ferramenta específica	56
6.5	Conclusões a respeito do Método USDOT	58
7	O MÉTODO DE TRABALHO.....	59
7.1	Introdução	59
7.2	Etapas do trabalho	59
7.2.1	Pesquisa com professores de Engenharia de Tráfego	60
7.2.2	Construção da MESET – Metodologia para Escolha de softwares no ensino da Engenharia de Tráfego	61
7.2.3	Aplicação da MESET a um estudo de caso: software Synchro/SimTraffic.....	61
8	A PESQUISA COM OS PROFESSORES DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO.....	62
8.1	Desenvolvimento da pesquisa	62
8.1.1	Montagem do formulário aplicado na pesquisa.....	62
8.1.2	Levantamento dos Professores a serem pesquisados	62
8.1.3	Entrega e Recepção da Pesquisa.....	64
8.2	Consolidação, tratamento e análise dos dados recebidos.....	65
8.2.1	Análise dos resultados e definição dos parâmetros.....	65
8.2.2	Análises dos resultados dos grupos principais de questões e seus quesitos.....	66
8.3	Conclusão	76
9	METODOLOGIA PROPOSTA PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE TRAFEGO NO ENSINO DA ENGENHARIA DE TRÁFEGO - MESET	77
9.1	Introdução	77

9.2	Critérios de Avaliação e Pontuação dos quesitos para a MESET	77
9.3	Formulário - MESET	78
9.4	Etapas da Rotina de Procedimentos - MESET	81
9.4.1	Procedimento 1: Escolha da categoria da ferramenta	81
9.4.2	Procedimento 2: Escolha da ferramenta específica.....	82
10	APLICAÇÃO DA MESET A UM ESTUDO DE CASO: SOFTWARE SYNCHRO/SIMTRAFFIC	84
10.1	Introdução	84
10.2	Procedimento 1: Escolha da categoria da ferramenta – MESET, para tarefas de ensino de Engenharia de Tráfego.....	84
10.3	Procedimento 2: Escolha da ferramenta específica – MESET, para avaliação do software Synchro/SimTraffic	87
11	CONCLUSÕES FINAIS.....	95
12	REFERÊNCIAS	99
13	ANEXOS.....	103

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

Conforme mencionado em PIRES et al. (1997), entre outras externalidades negativas que as condições de trânsito e transporte em cidades brasileiras apresentam está a queda na qualidade de vida.

VASCONCELOS (2006) comenta que, embora o transporte seja uma atividade necessária à sociedade, implica em impactos negativos sobre a vida e a saúde das pessoas, relativos a acidentes de trânsito, poluição, e para a qualidade dos seus deslocamentos, referentes ao congestionamento. E, a respeito dos problemas de trânsito urbanos, declara ainda SCARINGELLA (2001), que:

É preciso lembrar que trânsito não é mais matéria de tratamento intuitivo ou de repressão policial apenas. O problema é complexo e pede tecnologia. A informática, a engenharia de tráfego, a tecnologia comportamental e a democratização da informação são ferramentas essenciais e que modernamente compõe o que se chama de trânsito inteligente.

Por sua vez, o Instituto de Engenheiros de Transportes dos Estados Unidos (ITE), citado por RAIA JUNIOR et al. (2004), define Engenharia de Tráfego como “a parcela da Engenharia que trata do planejamento, projeto geométrico e operação de rodovias, ruas e estradas, suas redes, terminais, áreas de entorno e suas relações com outros modos de transportes, com o objetivo de se obter movimentos seguros, eficientes e convenientes de pessoas e mercadorias”, sendo, portanto, seu objetivo principal o de proporcionar uma movimentação de pessoas e veículos com muita segurança e máxima eficiência.

RAIA JUNIOR et al. (2004) comenta que, os professores de Engenharia de Tráfego, considerando os grandes desenvolvimentos ocorridos na área, e particularmente, com o rápido crescimento do uso da informática, sentem uma grande necessidade de apresentar aos alunos as novas tecnologias existentes no mercado.

No biênio 2003/2004, através do projeto USDLET – Uso de Softwares nas Disciplinas Ligadas à Engenharia de Tráfego, (RAIA JUNIOR et al. 2004), foi efetuada uma experiência bem sucedida, com a aplicação do software Synchro/SIMTRAFFIC para ensino de tópicos na disciplina Engenharia de Tráfego. Isto foi possível porque a empresa americana TRAFFICWARE, que comercializa o software Synchro/SimTraffic, disponibiliza uma versão *DEMO* deste programa, disponível para *download* em sua página eletrônica, o qual foi utilizado, portanto, sem custos adicionais para a UFSCar.

Isto motivou o desejo de implementar o ensino de engenharia de tráfego com a aplicação de novas ferramentas computacionais. Porém, foi verificada a necessidade de pesquisar critérios que justificassem a aplicação dessas ferramentas no âmbito didático/pedagógico e também buscar métodos que orientassem na escolha e seleção dessas ferramentas computacionais - novos softwares - com a finalidade de aplicação para o ensino, uma vez que, o universo disponível de softwares para uso em transporte e engenharia de tráfego é cada vez maior, tanto em quantidade como diversificação de habilidades.

Embora a literatura disponível sobre o tema relativo ao uso do computador no ensino em geral seja ampla, vale a pena ajustar o foco de análise sobre tópicos e metodologias específicos, com destaque ao tema proposto.

Quanto ao próprio software utilizado no projeto USDLET, o Synchro/SimTraffic, concluiu-se que o mesmo deveria ainda ser objeto de um estudo mais completo. Para os tópicos a serem utilizados para a disciplina de Engenharia de Tráfego, este software deveria ser confirmado como “adequado” aos objetivos do ensino e aprendizagem dos alunos graduandos em Engenharia Civil. Isto levou portanto, a uma investigação desses objetivos e conceitos referentes aos processos de “ensino-aprendizagem” para os cursos de Engenharia Civil.

Em relação às ferramentas computacionais – softwares – disponíveis, o Departamento de Transportes dos Estados Unidos (USDOT) concluiu, em 2004, estudos desenvolvidos para apoio na decisão e metodologia para análise na escolha das mesmas, para a área de planejamento de trânsito e transportes. Este método desenvolvido pelo USDOT, doravante chamado de Método USDOT, assim como estudos diversos sobre as ferramentas para engenharia de tráfego serviram de base

para este trabalho quanto aos tipos e habilidades das diversas ferramentas disponíveis e a análise específica quanto ao software Synchro/SimTraffic.

1.2 Objetivo Geral

Adaptar metodologia para orientação quanto à seleção de ferramentas computacionais – softwares específicos – para o ensino e aprendizagem de tópicos da disciplina de engenharia de tráfego, para o contexto brasileiro.

1.2.1 Objetivo Específico

Como objetivo específico pode-se definir:

- Aplicação da metodologia proposta a um estudo de caso, para o software Synchro 5, versão *demo*, como ferramenta no ensino da Engenharia de tráfego.

1.3 Justificativa

Como justificativa para o presente trabalho são apresentados os seguintes tópicos:

1.3.1 A importância da adequada capacitação dos técnicos em Transporte e Tráfego

Segundo PEREIRA (2005):

O engenheiro que ingressa no mercado de trabalho acaba se deparando com a difícil missão de não só aplicar o conhecimento técnico adquirido na escola de engenharia, mas também de adquirir conhecimento de novas técnicas para atender aos requisitos do mercado de trabalho. Diante deste contexto, as instituições responsáveis pelo ensino de engenharia não podem ignorar esta tendência do mercado e precisam suprir o futuro engenheiro com todo conhecimento técnico de que necessita, inclusive com técnicas mais recentes.

A Engenharia de Tráfego, ou o planejamento da circulação, segundo definem PIRES et al. (1997), tem por finalidade decidir as formas de utilização das vias e calçadas pelas pessoas e mercadorias, e para isso, trabalha com uma série

de objetivos, analisando os impactos sobre os usuários; estes autores citam ainda as principais áreas de ação ligadas ao planejamento da circulação:

- operação: acompanhamento rotineiro do desempenho do trânsito;
- policiamento e fiscalização: controle direto do comportamento dos usuários;
- educação: orientação sobre o comportamento adequado no trânsito;
- administração: recolhimento de dados gerais sobre o trânsito, veículos e autuações efetivadas e recebimento de sugestões, pedidos e críticas do público.

Pela amplitude e responsabilidade das tarefas e ações técnicas necessárias no âmbito da Engenharia de Tráfego, acima descritas, cujos resultados afetam em maior ou menor grau toda a população de uma cidade e região, pode ser avaliada a importância e necessidade de uma adequada capacitação do engenheiro de tráfego, para que o mesmo domine os quesitos técnicos pertinentes ao seu trabalho.

No que cabe às universidades brasileiras, o Ministério da Educação - MEC, no documento em que define os “Padrões de Qualidade para Cursos de Graduação em Engenharia”, (MEC, 2005), prevê que cada instituição de ensino deve demonstrar que seus graduados em engenharia tenham “capacidade para usar técnicas e ferramentas modernas para o exercício da prática da engenharia.” Neste documento, o MEC ainda prescreve, quanto às instalações das instituições de ensino, que “os programas devem fornecer as oportunidades para o uso de ferramentas modernas da engenharia; estruturas de computação e informática devem ser apropriadas, disponíveis e inseridas, desde o início do curso, nas atividades acadêmicas dos estudantes e dos docentes, para o bom atendimento dos seus objetivos educacionais”.

1.3.2 O custo de softwares especializados para o ensino da Engenharia de Tráfego

Ainda que seja indiscutível a necessidade de permanente atualização e adequação às novas tecnologias, o ensino brasileiro, de maneira geral, nem sempre é suprido com os recursos financeiros suficientes para a aquisição de softwares, em constante atualização.

No caso da Engenharia de Tráfego, o preço de aquisição destes softwares específicos dificulta e praticamente inviabiliza sua utilização para fins didáticos por parte das escolas superiores de engenharia. Como exemplo, considerando uma classe com apenas quinze alunos, a utilização do software Synchro/SIMTRAFFIC, na sua versão comercial completa mais recente (versão 6.0) com o tipo de licença para fins educacionais, (preço inferior ao da licença comercial), o custo seria de US\$ 23.685 (vinte e três mil seiscientos e oitenta e cinco dólares americanos), verificado em TRAFFICWARE (2004).

Conforme RAIÁ JUNIOR et al. (2004), uma solução que vem sendo adotada nas disciplinas relacionadas com a Engenharia de Tráfego, no Curso de Engenharia Civil e no PPGEU - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar, é o uso de software *demo*, para a demonstração da ferramenta e a sua aplicação em situações concretas.

O alto custo dos softwares específicos reforça a necessidade de uma escolha mais adequada no momento de sua aquisição. Os processos para a sua compra, geralmente, devem ser amplamente fundamentados e justificados, com base nas características necessárias a serem cumpridas por essas ferramentas computacionais para a realização das tarefas; a inadequação de um software para o fim desejado muitas vezes somente é verificada após a compra, quando se inicia sua utilização.

1.3.3 A importância dos softwares de simulação no aprendizado da Engenharia de Tráfego

Como recurso para o aprendizado, vale a pena considerar alguns aspectos da validade de um software de simulação e, em específico, simulação do tráfego, uma vez que o software em estudo, Synchro/SimTraffic contempla esta função.

Quanto ao uso de softwares de simulação específicos, citam EGAMI e SETTI (2002):

O uso de modelos de simulação para o estudo de rodovias e outros componentes viários vem se tornando cada vez mais comum. Apesar de uma certa complexidade inerente a esse tipo de abordagem, a simulação possui vantagens que nenhum outro método traz, como permitir a análise de situações que dificilmente seriam

observadas em uma situação real – por exemplo, uma rodovia de pista simples operando no limite de sua capacidade. Essas qualidades de simulação tornam-na particularmente atrativa para o estudo da capacidade e nível de serviço. De fato, os modelos de simulação vêm sendo usados para o desenvolvimento de estudos que fornecem os dados e parâmetros do Highway Capacity Manual (HCM) desde a sua edição de 1985.

MAIOLINO e PORTUGAL (2001) apresentam a citação de TAORI E RATHI (1996), sobre o assunto:

A simulação de tráfego vem sendo, a cada dia, uma ferramenta de uso mais freqüente na Engenharia de Tráfego, pois elimina a necessidade de testes de campo caros, que demandam tempo, apresentam riscos e são, muitas vezes, impossíveis de serem realizados; fornece a oportunidade de testar novas estratégias ou alternativas de gerenciamento de viagens antes da sua implementação de fato, e representa ambientes de tráfego que mudam com o tempo, como volumes de tráfego e incidentes que causam congestionamento.

1.4 Estrutura de apresentação do trabalho

Além deste primeiro capítulo, este trabalho está estruturado da seguinte forma:

O Capítulo 2 comenta as atribuições do engenheiro de tráfego, envolvendo a questão de capacitação de recursos humanos para o tráfego e transporte. Em relação à disciplina de formação específica, Engenharia de Tráfego, apresenta a ementa e conteúdos programáticos pesquisados junto a algumas universidades brasileiras, e um enfoque específico para o tópico da disciplina que é abrangido pelo software avaliado, o Synchro, que é o estudo e dimensionamento de semáforos.

O Capítulo 3 aborda as práticas didáticas e pedagógicas atuais dos cursos de engenharia e seus desafios face à constante evolução tecnológica, discutindo aspectos e modelos de ensino e aprendizagem. Enfoca o papel do computador e das ferramentas computacionais – softwares – para uso no ensino, os softwares para fins didáticos, os softwares educativos e softwares de simulação.

No Capítulo 4, é apresentada uma visão geral sobre as ferramentas computacionais utilizadas para tráfego e transportes, seus tipos e categorias, finalidades, limitações de uso e dificuldades de escolha. Diversos estudos publicados referentes ao uso e avaliação de diversos tipos de ferramentas computacionais de análise de tráfego são também apresentados.

No Capítulo 5 apresentam-se as principais características do software avaliado neste trabalho, o Synchro/SIMTRAFFIC, 5.0, versão *demo*. Nele encontra-se relatada a experiência da utilização do mesmo na disciplina de Engenharia de Tráfego no curso de graduação da UFSCar, através do Projeto USDLET.

O Capítulo 6 demonstra o Método do USDOT, para escolha de ferramentas de análise de engenharia de tráfego, desenvolvido pelo Departamento de Transportes dos Estados Unidos em 2004, método esse tomado por base para o desenvolvimento da metodologia apresentada neste trabalho.

No Capítulo 7, é explicado o método deste trabalho, com as etapas que se fizeram necessárias e suas respectivas tarefas desenvolvidas, para a finalidade de alcançar o objetivo proposto, ou seja, a construção de metodologia para seleção de ferramentas computacionais para o ensino de ET.

O Capítulo 8 apresenta a pesquisa realizada com professores da área de Engenharia de Tráfego, com a finalidade de identificação de parâmetros para avaliação de softwares a serem utilizados para o ensino: seu desenvolvimento, tratamento dos dados obtidos, análise dos resultados e conclui com a definição dos parâmetros de avaliação para a metodologia proposta.

Na seqüência, no Capítulo 9, demonstra-se a construção da Metodologia para Seleção de Ferramentas Computacionais para o Ensino de Engenharia de Tráfego, denominada com a sigla MESET, abrangendo os critérios de avaliação adotados, formulário de quesitos a serem verificados na tarefa de ensino, assim como as etapas para a rotina de procedimentos para a metodologia.

O Capítulo 10 contém a aplicação da MESET para um caráter geral no ensino da disciplina Engenharia de Tráfego, onde se resultam categorias de ferramentas computacionais e a aplicação da MESET para a avaliação do software Synchro/SIMTRAFFIC, 5.0, conforme o objetivo específico deste trabalho.

Finalmente, no Capítulo 11, são apresentadas as conclusões finais, com os comentários referentes ao trabalho proposto.

2 A ENGENHARIA DE TRÁFEGO

2.1 A gestão do tráfego nos ambientes urbanos e atribuições do engenheiro de tráfego

Para situar o papel do profissional Engenheiro de Tráfego, e, conseqüentemente, avaliar os requisitos para sua formação acadêmica, em primeiro lugar torna-se necessário discutir a gestão do tráfego, e sua abrangência no mundo atual.

As ruas e avenidas, conforme WORLD BANK (2002), são um componente necessário da infra-estrutura urbana e, a inadequação da capacidade viária para acomodar o tráfego existente resulta em congestionamentos, danos à economia da cidade, aumento no impacto ambiental e, com freqüência, em efeitos danosos à população de baixa renda. Diz ainda que, uma estratégia viária deve abranger a gestão do tráfego e da demanda, além da provisão e da manutenção da infra-estrutura viária, compreendendo ações e políticas relacionadas ao planejamento viário, à manutenção viária, à gestão do tráfego e à gestão da demanda pelo espaço viário.

WORLD BANK (2002), quando aborda o gerenciamento do tráfego urbano, define seu objetivo como a busca da utilização segura e eficaz do sistema viário pelos sistemas de transporte que nele operam. E, completando, afirma que quando se maximiza a eficiência dos equipamentos e do sistema existentes, pode-se evitar ou adiar aplicações de capital, ganhando o prazo necessário para desenvolver políticas de longo prazo: “ao mesmo tempo que se pode melhorar a segurança do tráfego, pode-se mitigar os impactos adversos do trânsito sobre o meio ambiente das cidades”.

Em relação ao controle do tráfego, WORLD BANK (2002) diz que os instrumentos disponíveis para o gerenciamento do tráfego podem ser aplicados não só para acelerar os movimentos dos veículos, mas também para dar prioridade aos pedestres, bicicletas e outros meios de transporte não-motorizados ou veículos comerciais. O gerenciamento do tráfego pode ser aplicado a um ponto específico: por exemplo, podem ser necessárias melhorias num cruzamento importante, a fim de assegurar uma capacidade consistente de tráfego ao longo de uma determinada

rota, ou pode-se aprimorar um cruzamento com a finalidade de solucionar problemas de capacidade ou acidentes graves.

Segundo PIRES et al (1997), a criação e a estruturação de um órgão para exercer o planejamento e o controle do transporte e do trânsito são providências básicas que os municípios devem tomar visando assegurar as necessidades de deslocamento da população com segurança e confiabilidade. Cita ainda PIRES et al. (1997) que, a escolha da estrutura mais adequada ao gerenciamento do trânsito e transporte deve considerar principalmente os fatores relativos à área e população do município, à estrutura da administração municipal, ao volume de trabalho a ser realizado e aos recursos humanos e financeiros necessários.

A Tabela 2.1, adaptada de WORLD BANK (2002), demonstra a organização profissional das funções municipais de transporte, num contexto geral. Embora para cada país ou região devam ser consideradas eventuais adaptações funcionais, como por exemplo a não inclusão dos arquitetos na função de Planejamento da Estrutura Urbana, a mesma demonstra a amplitude das ações e responsabilidades pertinentes.

Tabela 2.1: Organização profissional das funções municipais de transporte (adaptado da Tabela 11.2 WORLD BANK (2002))

Função	Principais responsabilidades	Funções Políticas	Habilidades Profissionais
Planejamento estratégico de transportes	Preparar e manter o plano da estrutura metropolitana.	Formar a estrutura de desenvolvimento, criar a base para os controles do desenvolvimento	Planejadores do uso do solo; especialistas em meio ambiente; sociólogos.
Planejamento da estrutura urbana	Conduzir os estudos estratégicos de transporte. Preparar planos abrangentes de transporte.	Preparar amplas estratégias para acompanhamento por parte dos demais órgãos envolvidos.	Planejadores de transporte, economistas, engenheiros civis.
Gestão do tráfego	Preparar planos de gestão do tráfego. Rever propostas de desenvolvimento com impactos no tráfego. Operar sistemas de controle de tráfego. Gerenciar a inspeção veicular e programas de manutenção. Monitorar impactos ambientais.	Determinar as prioridades de tráfego, compatíveis com a estratégia geral. Criar estrutura de gestão do tráfego e de estacionamento.	Engenheiros de tráfego, economistas, engenheiros elétricos.
Transporte público de passageiros	Planejar e regulamentar os sistemas de transporte público. Orçar serviços.	Preparar políticas de transporte de passageiros compatíveis com a estratégia e com a capacidade financeira. Estabelecer parâmetros para agência de contratação de bens e serviços.	Especialistas em transporte público e em regulamentação.
Fiscalização do tráfego	Fiscalizar a regulamentação do tráfego. Gerenciar eventos e incidentes de tráfego. Coletar dados de acidentes.	Colaborar com o plano de gestão do tráfego. Fiscalizar a política de gestão do tráfego.	Policiais.
Projeto, manutenção e construção do sistema viário	Responsável pelo projeto, manutenção e construção de ruas e avenidas.	Prioridade na manutenção.	Engenheiros Civis.
Segurança de trânsito	Estratégia de segurança de trânsito no sistema viário.	Analisar dados de segurança de trânsito. Dirigir a colaboração intersetorial para implantar estratégias.	Estatísticos, Engenheiros de Tráfego.

2.2 A questão da capacitação de recursos humanos para o tráfego e transporte

A capacitação dos recursos humanos dos órgãos e entidades responsáveis pelas questões urbanas, de transporte e trânsito tem o objetivo de prepará-los para exercer adequadamente suas funções.

WORLD BANK (2002), ao discutir a questão da capacitação técnica para o planejamento e engenharia de transportes, comenta que:

Nos países em desenvolvimento, as instituições responsáveis pelo transporte urbano, em âmbito nacional ou local, geralmente possuem poucos profissionais com preparação apropriada. Embora o número de engenheiros de estradas ou construção civil seja suficiente, há uma tendência de haver poucos engenheiros de tráfego, planejadores, economistas e regulamentadores de transporte.

Diz ainda WORLD BANK (2002) que, desenvolver os recursos humanos necessários para o transporte urbano não é tarefa simples nem de curto prazo e aumentar a quantidade de especialistas profissionais demanda uma expansão da educação de terceiro grau, associada ao subsequente treinamento profissional prático:

As principais opções disponíveis para as organizações públicas são ampliar as próprias instalações, ampliar o setor local de educação de terceiro grau ou usar as instalações existentes em países industrializados. Na prática, em curto prazo, a combinação das três alternativas parece ser necessária. Ao longo do tempo, o objetivo certamente será desenvolver no local a educação técnica e de terceiro grau, com os setores de serviço público recorrendo gradualmente a esses instrumentos para a capacitação.

Segundo PIRES et al. (1997), as principais dificuldades que os municípios enfrentam na montagem de um órgão para gestão deste setor estão relacionados à carência de recursos financeiros e humanos:

O Brasil ainda é reconhecidamente carente em recursos humanos especializados. A sua capacitação é, portanto condição essencial para o desempenho adequado das funções que se exigem do Poder Público. Esta capacitação, seguindo a divisão de áreas sugerida nesta publicação, pode referir-se genericamente a três áreas: o planejamento urbano, de transporte e de trânsito. Esta capacitação deve incluir tanto aspectos de formulação e implementação de políticas de governo para os níveis gerenciais quanto aspectos técnicos e administrativos.

A capacitação formal dos futuros engenheiros, gestores e operadores das áreas de trânsito e transporte deve ser provida regularmente pelas universidades brasileiras, em seus cursos de graduação, especialização ou mesmo pós-graduação.

2.3 A disciplina Engenharia de Tráfego nas universidades brasileiras

A disciplina Engenharia de Tráfego, oferecida geralmente nos cursos de graduação em Engenharia Civil, constitui um dos principais instrumentos para consolidar essa formação.

Alguns currículos disciplinares dos cursos de Engenharia Civil foram pesquisados, através das páginas eletrônicas de universidades brasileiras, para exemplificar e situar neste trabalho o conteúdo programático ofertado nesta disciplina. O resultado desta pesquisa está apresentado na Tabela 2.2. Observa-se que:

1) A disciplina Engenharia de Tráfego muitas vezes é oferecida somente em cursos de pós-graduação para a área de Engenharia de Transportes, em alguns casos, nos cursos de graduação é apresentada como optativa.

2) Em algumas universidades, o conteúdo disciplinar referente à parte de Engenharia de Tráfego é ministrado dentro da disciplina Transportes ou equivalente.

3) O número limitado de universidades apresentadas nessa pesquisa deve-se ao fato de que não era objetivo efetuar um levantamento geral, mas sim uma colocação de conteúdo disciplinar em vigor.

Tabela 2.2 – Programas da Disciplina Engenharia de Tráfego em universidades brasileiras

UNIVERSIDADE / UNIDADE / DEPARTAMENTO	NOME E CÓDIGO DA DISCIPLINA	EMENTA/ PROGRAMA	FONTE PESQUISADA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES	Engenharia de Tráfego / TC575	Importância da Engenharia de Tráfego. Sistema de Tráfego: Elementos Constituintes. Teoria do Fluxo de Tráfego. Análise de Capacidade de Vias. Estudos de Tráfego e Análise de Demanda. Gerência de Tráfego: Esquemas e Dispositivos. Projeto e Operação de Vias. Controle de Tráfego por Área. Estudos de Estacionamento. Segurança de Tráfego. Impacto do Tráfego no Meio Ambiente. Administração do Tráfego. Política Nacional de Trânsito. Projeto e Operação de Interseções Urbanas.	(disponível em <www.det.ufc.br/disciplinas/ped/PED_TC575_2004_1.pdf>)
UNIVERSIDADE NACIONAL DE BRASÍLIA	Engenharia de Tráfego / 166740	Introdução à Engenharia de Tráfego; Sinalização gráfica e semafórica; Projeto de vias urbanas; Projeto de interseções; Projeto de terminais e estacionamentos.	(disponível em <www.unb.br/ft/enc/pag/disc/engtraf/plano.htm>)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	Engenharia de Tráfego / 120553 A	Histórico da motorização e da Engenharia de Tráfego; Impactos e deseconomias do tráfego no meio urbano; Políticas urbanas de tráfego e trânsito; Introdução à teoria de fluxo de tráfego; Sinalização urbana: normas de projeto; Capacidade de vias urbanas; Interseções não-semaforizadas; Interseção semaforizadas; Proposta e discussão de trabalho em campo (projeto).	
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA COORD. DE ENGENHARIA CIVIL	Engenharia de tráfego	Componentes do sistema de tráfego; características do fluxo de tráfego; sistemas de controle de fluxo e velocidades; interseções, semáforos, análise de acidentes; moderação de tráfego.	Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/cgcec/material_recebido/ppp/ementas_2005.doc> Acesso em 27/05/2006
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	Engenharia de Tráfego/ ECV4420	Definição e contexto institucional da Engenharia de tráfego; elementos da Engenharia de Tráfego; características básicas do tráfego; levantamento de dados de tráfego; estudo da sinalização viária; dimensionamento de semáforos; segurança viária; estacionamentos; Pólos Geradores de Tráfego e seus impactos no sistema viário.	Disponível em: <http://www.ppgec.ufsc.br/PDF/ecv4420.PDF>. Acesso em 29/05/2006.

Tabela 2. 2 – (continuação)

<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</p> <p>CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E TRANSPORTES</p>	<p>Engenharia de Tráfego/ EPR00310</p>	<p>1. Introdução à engenharia de tráfego;2. Teoria básica do fluxo de tráfego;3. Técnicas de coleta de dados;4. Capacidade viária;5. Interseções não semaforizadas;6. Interseções semaforizadas;7. Coordenação de semáforos em área.</p>	<p>Disponível em <http://www.producao.ufrgs.br/disciplinas.asp?cod_turma=140> Acesso em 27 maio 2006</p>
<p>UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA</p> <p>DEPTO. DE CONSTRUÇÃO CIVIL</p>	<p>Transportes/ 6CIV020</p>	<p>Modais de transportes. Características de sistemas de transporte. Coleta de dados para o planejamento de transportes. Pesquisas de Origem e Destino. Modelagem de transportes. Demanda e oferta de transportes. Custos de transportes por modais. Tarifa de transportes. Avaliação socioeconômica de sistemas de transporte. Análise e avaliação da capacidade de vias. Logística em infra-estrutura de transportes. Sistemas de Informação Geográfica aplicados a transportes. Dimensionamento de interseções semaforizadas. Implantação de onda verde em corredores. Projetos viários de sinalização horizontal e vertical. Segurança de trânsito.</p>	<p>Disponível em: <http://www.uel.br/prograd/catalogo-cursos/Catalogo_2005/eng%20civil.pdf>. Acesso em 27/05/2006).</p>
<p>UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA</p> <p>DEPTO. DE ENGENHARIA CIVIL</p>	<p>Planejamento de Transportes/ 201047</p>	<p>Planejamento. Coordenação dos transportes. Sistemas de transportes e características técnicas. Geografia dos transportes no Brasil. A cidade, o homem e os transportes urbanos. Elementos de engenharia de tráfego. Fluxograma de tráfego e interseções. Estacionamento. Fases do projeto final de engenharia urbana/rodoviária.</p>	<p>Disponível em: <http://www.uepg.br/denge/>. Acesso em 29/05/2006.</p>
<p>ESCOLA DE ENGENHARIA MACKENZIE</p> <p>ENGENHARIA CIVIL</p>	<p>Engenharia de Tráfego e Transporte Urbano / 01010761</p>	<p>1) Engenharia de Tráfego:Elementos do tráfego. Características do tráfego. Capacidade viária. Sistema viário. Pesquisas de tráfego. Sinalização semafórica. Sinalização vertical. Sinalização horizontal. Segurança de trânsito. 2) Transporte Urbano:Introdução ao planejamento de transportes. Estruturação institucional do transporte coletivo. Sistemas de transporte coletivo de passageiros. Introdução ao dimensionamento de sistemas de transporte coletivo por ônibus. Pesquisas em transporte coletivo urbano. Pontos de parada de transporte coletivo urbano.</p>	<p>Disponível em: <http://www.mackenzie.com.br/universidade/engenharia/cursos_oferecidos/plano_s_de_ensino/civil/01010761.htm#>. Acesso em 29/05/2006.</p>

Tabela 2.2 – (continuação)

<p>UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP / EESC</p> <p>Departamento de Transportes</p>	<p>Engenharia de Tráfego / STT0602</p>	<p>Introdução - conceitos e definições. capacidade, nível e volume de serviço nas vias. Estudos sobre o tráfego. Tráfego nas intersecções. Sinalização e suas relações com o tráfego. Aspectos econômicos do tráfego e levantamento de dados sobre o tráfego</p>	<p>(disponível em //sistemas1.usp.br:8080/jupiterweb/jupDisciplina?sgldis=STT0602 ACESSO EM 18/1/2005)</p>
	<p>Intersecções Rodoviárias / STT0601</p>	<p>Introdução, características. Classificação, comparação entre os tipos. Elementos específicos no projeto de intersecções. Veículos e velocidades nos projetos. Condicionantes físicas do projeto - raios, comprimentos, largura, distâncias, secções transversais, etc. Intersecções em nível, ilhas, canais, retornos, canteiros centrais, rotatórias, etc. Canalização de fluxos, propósitos, princípios, critérios e aspectos importantes no projeto de canalização de fluxos de veículos. Intersecções com separação de greides, trevos, cruzamentos, etc. Controle de tráfego em intersecções, propósitos, tipos de controle, critério para instalação de dispositivos de controle de tráfego. Determinação da velocidade segura de aproximação. Análise de conversões e métodos para eliminação de conflitos. Capacidade de intersecções, definições. Capacidade de intersecções semaforizadas, método canadense, britânico, do HCM. Capacidade de intersecções não semaforizadas. Determinação do intervalo crítico.</p>	<p>(disponível em : ://sistemas1.usp.br:8080/jupiterweb/jupDisciplina?sgldis=STT0601&omdis=)</p>
<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA</p> <p>DEPTO. DE TRANSPORTES</p>	<p>Engenharia e Segurança de Tráfego/ ENG 006</p>	<p>Noções básicas sobre engenharia de tráfego: conceitos, características do tráfego, levantamento de dados, estudos de capacidade, controle de tráfego, estacionamento, medidas operacionais. Segurança de trânsito: acidente, educação, legislação e policiamento.</p>	<p>Disponível em: <http://www.eng.ufba.br/dt/software.htm> Acesso em 29/05/2006</p>

Conforme as ementas da disciplina Engenharia de Tráfego, ministradas nas universidades brasileiras, este conteúdo tem a pretensão de suprir o futuro engenheiro com os conhecimentos básicos pertinentes às necessidades de função

de um engenheiro de tráfego, ao comparar este conteúdo às suas funções básicas previstas pelo WORLD BANK (2002), e mostradas na Tabela 2.1.

No entanto, para atender ao contexto brasileiro da segurança e controle do tráfego urbano e rodoviário, com suas demandas cada vez mais crescentes e complexas, esta disciplina deve prever também a inclusão de recursos tecnológicos, como as ferramentas computacionais – softwares, muitas vezes já utilizados no ambiente de trabalho dos profissionais engenheiros de tráfego. A importância dessa inclusão de novas tecnologias no ensino, em seus aspectos didáticos e pedagógicos será discutida adiante, no próximo capítulo deste trabalho.

2.4 O tópico “semáforos” na disciplina Engenharia de Tráfego

O estudo e dimensionamento de cruzamentos semaforizados é parte integrante da disciplina Engenharia de Tráfego. Sua importância no contexto desta disciplina pode ser avaliada pelo fato de que, conforme o Manual de Semáforos do DENATRAN/CONTRAN/MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, citado em GADELHA (1999), em cidades grandes, 50% dos tempos de viagens e 30% do consumo de gasolina são gastos com os carros parados nos cruzamentos com semáforos. Num semáforo de porte médio, por onde passam em média 2.000 veículos por hora, perde-se, anualmente, em atrasos, aproximadamente, 40.000 horas.

O semáforo, segundo LEITE (1980), “é um instrumento de controle modificável que informa as prioridades de passagem para motoristas e pedestres”, e sua importância para o estudo do tráfego, pode ser confirmada ainda por AKISHINO (2004), o qual cita que “o bom desempenho do tráfego, em termos de fluidez e segurança, está diretamente relacionado com a regulação dos semáforos existentes no sistema viário”. Além disso, conforme FERRAZ, (1999), o controle dos fluxos de tráfego através de semáforos é um dos principais tipos de controle das interseções viárias.

O uso crescente do sistema viário pelo tráfego tem justificado a implantação de semáforos em grande número de cruzamentos, especialmente nas áreas mais críticas das médias e grandes cidades, originando assim, uma extensa rede de sinais luminosos. Esta tendência é reforçada pela conjuntura econômica atual que concorre para que os investimentos sejam orientados no sentido de aproveitar ao

máximo a infra-estrutura existente. Entretanto, o semáforo, apesar de organizar, disciplinar e gerenciar os movimentos em conflito no espaço viário, evidentemente contribui para inevitáveis atrasos e paradas de veículos e pedestres. Assim, torna-se essencial o uso de técnicas de controle semafórico que, a um custo relativamente baixo, reduzam tais prejuízos, melhorando a fluidez e a segurança do tráfego. (GADELHA, 1999)

Num cruzamento onde se justifica a implantação de semáforo, a instalação e a operação eficientes da sinalização semafórica requerem um adequado conhecimento dos diversos elementos que a compõem, considerando critérios técnicos.

Basicamente, regular um semáforo significa: a) determinar o tempo de ciclo ótimo da interseção; b) calcular os tempos de verde necessários para cada fase, em função do ciclo ótimo adotado; c) calcular as defasagens entre os semáforos adjacentes, se necessário. Em outras palavras: regular um semáforo é desenvolver planos de tráfego que efetuem da melhor maneira o controle de veículos na interseção, segundo um critério estabelecido, como, por exemplo, reduzir ao mínimo possível o atraso dos veículos. Ao se estudar o problema de regulagem de semáforos, é necessário analisar a interseção em relação a vários fatores, dentre os quais se destaca a capacidade de suas aproximações. (AKISHINO, 2004)

O estudo semafórico, que envolve uma grande quantidade de dados, uma complexidade dos cálculos, e uma gama de alternativas razoável, quando feito manualmente, restringe, conforme RAIA JUNIOR et al. (2004), por questões de tempo, o exame de diversas possibilidades de solução, fazendo com que o aluno não tenha a possibilidade de conhecer soluções e seus impactos em diferentes condições de operação.

A utilização de ferramentas computacionais – softwares, para auxílio no ensino deste tópico da disciplina Engenharia de Tráfego, contribui, portanto, para superar essa dificuldade.

3 A INCLUSÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA A MELHORIA DO ENSINO E APRENDIZAGEM NOS CURSOS DE ENGENHARIA

3.1 A evolução tecnológica e o ensino de Engenharia

Uma vez que este trabalho comenta o uso de softwares no ensino da Engenharia de Tráfego, é necessário abordar esta aplicação sob os aspectos didáticos e pedagógicos, além do enfoque de conteúdo desta disciplina do curso de engenharia, conforme discutido no capítulo anterior.

Diversos trabalhos apresentados nos últimos anos nos Congressos Brasileiros de Ensino de Engenharia - COBENGE comentam com profundidade os aspectos didáticos e pedagógicos em desenvolvimento nos cursos de engenharia, comparados à crescente demanda de conhecimento dos futuros egressos e a veloz evolução tecnológica do mundo globalizado. Neste capítulo pretende-se colocar que a aplicação de softwares nesta disciplina Engenharia de Tráfego do curso de Engenharia Civil também atende às perspectivas de uma evolução dos parâmetros apontados para melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

Define GUERRA (2000) que “fazer engenharia é um processo constituído de várias etapas complementares e interdependentes, que são somadas de modo a constituir o trabalho final, a engenharia como ciência”. Observa este autor que, atualmente, uma preocupação especial existe em relação à primeira dessas etapas, que é justamente a gênese de todo o processo, a educação em engenharia: “analisar e discutir até que ponto a educação em engenharia está preparada (ou está se preparando) para os novos desafios são ações que se tornam cada dia mais essenciais”.

COLENCI (2000) comenta que, antigamente, o engenheiro recém-formado ingressava no mercado de trabalho sem maiores problemas tanto no que se refere à disponibilidade de postos de trabalho quanto às habilidades exigidas. Explica COLENCI (2000) que, esta situação, porém, foi se modificando por várias razões: escassez de emprego no mercado de trabalho, excesso de conhecimento acumulado pela humanidade, modelos educacionais que não conseguem fazer com que os novos conhecimentos sejam absorvidos integralmente por seus alunos, e

tecnologias para a sua difusão, entre outros; complementando, esta autora diz ainda que, esses fatores combinados levaram a uma situação incomum: um maior distanciamento entre o conhecimento disponível e os métodos e técnicas disponíveis e aplicados para lidar com ele.

Seguindo nessa linha de raciocínio sobre o atual distanciamento entre o conhecimento tecnológico da atualidade e as técnicas praticadas no ensino, deve-se também considerar a demanda do mercado de trabalho, conforme cita PEREIRA (2005): “um dos aspectos que leva à busca por um novo modelo para o processo de ensino e aprendizagem é o marcante descompasso existente entre ensino praticado e o estágio atual de desenvolvimento tecnológico caracterizado pela real demanda do mercado por profissionais qualificados”.

Diz, ainda, PEREIRA (2005) que, o desafio em termos de qualidade do ensino de engenharia está baseado em buscar um novo modelo que incorpore as mudanças tecnológicas e sociais e ofereça alternativas que valorizem o processo de ensino-aprendizagem e que, diante disto, algumas instituições educacionais de diferentes países vêm modificando os métodos de ensino nos seus programas de graduação em Engenharia Civil à medida que incorporam novas técnicas em seus sistemas educacionais.

Torna-se necessário, portanto, que, os métodos de ensino sejam atualizados e adequados para um modelo de ensino-aprendizagem que prepare o aluno como profissional apto a responder e a interagir com as demandas atuais do mercado de trabalho.

3.2 A busca por um novo modelo de Ensino-Aprendizagem

Segundo GUERRA (2000), é necessário buscar um novo paradigma para a educação em engenharia, onde o educador, deixando de ser a única fonte de informação e conhecimento, passe a criar oportunidades para que o aluno participe de forma mais ativa de seu processo de ensino-aprendizagem, sabendo como encontrar e filtrar a informação, bem como construir seu próprio conhecimento.

A Tabela 3.1, desenvolvida por COLENCI JR. (1998) e apresentada por COLENCI (2000), aponta a diferença do enfoque centrado no ensino e o enfoque centrado na aprendizagem:

Tabela 3.1: Diferentes enfoques do processo educacional (Fonte: COLENCI, 2000)

COMPONENTE	ENFOQUE CENTRADO NO ENSINO	ENFOQUE CENTRADO NA APRENDIZAGEM
Foco	Docente	Estudante
Docente	Provedor de Conhecimentos	Facilitador da Aprendizagem
Estímulo	Informação Abstrata, não pertinente	Situação de Aprendizagem Real, Pertinente
Processo Mental	Convergente, Memorizador	Divergente, Analítico, Construtivista
Objetivos	Informacional, Discursivo, Resposta Correta. Aprender por si	Promover: <ul style="list-style-type: none"> • Como fazer • Porque fazer • Habilidades • Percepção • Geração da Resposta, Aprendizagem com o processo.
Ritmo	Uniforme	Variável
Comportamento	Rígido: Autoritário	Flexível; Igualitário
Efeitos	Promove o individualismo; Cria Dependência	Fomenta o trabalho em Equipe, Favorece a iniciativa, Prestigia a liderança

Em relação ao estilo de aprendizagem dos alunos de engenharia, conforme pesquisa realizada por PEREIRA, KURI e SILVA (2004), foi constatada que a maior parte dos estudantes dá ênfase aos estilos visual, sensorial, ativo e global: “isto conflita com as estratégias de ensino predominantes na engenharia, que de maneira geral são verbais, intuitivas, reflexivas e seqüenciais”. Segundo esses autores, “este desequilíbrio prejudica o desempenho dos alunos, o que pode chegar a causar para a sociedade a perda de muitos engenheiros potencialmente bons”.

É necessário, portanto, que os processos de ensino-aprendizagem nos cursos de engenharia se preocupem em estimular a real aprendizagem dos alunos, de modo que os mesmos aprendam a construir seu próprio conhecimento. Com a rápida evolução tecnológica do mundo globalizado, a atualização da maioria dos conhecimentos teóricos transmitidos tradicionalmente ficará por conta desses alunos, na sua futura vida profissional.

3.3 O uso do computador como auxiliar desse novo modelo

Segundo GUERRA (2000), impulsionadas por avanços recentes, as tecnologias de informação e da comunicação estão sendo cada vez mais empregadas na educação, e a utilização dessas tecnologias possibilita a criação de um caminho alternativo que liga o aluno ao conhecimento, favorecendo o desenvolvimento de novos métodos e práticas de ensino-aprendizagem.

Para LIMA (1996), citado em GUERRA (2000), a utilização do computador permite novas formas de transmissão do conhecimento: métodos mais dinâmicos, interativos e atrativos, despertando no aluno a busca pela informação e sua participação efetiva no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo VALENTE (1998), o computador deve ser utilizado como um catalisador de uma mudança do paradigma educacional: um novo paradigma que promove a aprendizagem ao invés do ensino, que coloca o controle do processo de aprendizagem nas mãos do aprendiz, e que auxilia o professor a entender que a educação não é somente a transferência de conhecimento, mas um processo de construção do conhecimento pelo aluno, como produto do seu próprio engajamento intelectual ou do aluno como um todo.

Para a consideração genérica do uso do computador no ensino, VALENTE (1998), apresenta duas possibilidades de uso do computador no ambiente escolar: como máquina de ensinar e como ferramenta.

Quando utilizado dentro da primeira categoria, espera-se que o computador transmita ao aluno determinado conteúdo, através de programas desenvolvidos com este intuito, com o aluno assumindo um papel passivo diante do computador, enquanto este lhe passa a informação programada; na segunda possibilidade, o computador entra como um instrumento adicional na atividade educativa, integrado nas atividades realizadas pelos alunos como um recurso a mais.

De acordo com MOREIRA (2002), esta segunda possibilidade encontra eco na concepção de escola considerada moderna: o aluno estaria utilizando o computador como auxiliar dentro de um trabalho criativo, onde ele detém uma grande parte do controle sobre o que faz; e, desta forma, o computador, não ensina, mas fornece ao aluno os meios para que ele construa seu conhecimento. Neste

caso, o papel do computador é o de um instrumento que faz parte de uma atividade, mas não é o ponto central dela. Este ponto central é a atividade em si que o aluno realiza, tendo o computador como auxiliar, um instrumento que o leva a construir seu conhecimento.

Segundo VIEIRA (2001), o uso do computador na educação tem como objetivo promover a aprendizagem dos alunos e ajudar na construção do processo de conceituação e no desenvolvimento de habilidades importantes para que ele participe da sociedade do conhecimento além de facilitar o seu processo de aprendizagem.

3.4 O software educativo

Avaliar, conforme VIEIRA (2001), na expressão "avaliação de softwares educativos", significa analisar como um software pode ter um uso educacional, como ele pode ajudar o aprendiz a construir seu conhecimento e a modificar sua compreensão de mundo elevando sua capacidade de participar da realidade que está vivendo.

Esta autora diz que, uma das primeiras tarefas para analisar um software educativo é identificar a concepção teórica de aprendizagem que o orienta, pois um software para ser educativo deve ser pensado segundo uma teoria sobre como o sujeito aprende, como ele se apropria e constrói seu conhecimento:

Numa perspectiva construtivista, a aprendizagem ocorre quando a informação é processada pelos esquemas mentais e agregadas a esses esquemas. Assim, o conhecimento construído vai sendo incorporado aos esquemas mentais que são colocados para funcionar diante de situações desafiadoras e problematizadoras. Duffy e Jonassem (1991) sugerem que para aprender significativamente, os indivíduos têm que trabalhar com problemas realistas em contextos realistas. Devem ser explorados problemas que apresentem múltiplos pontos de vistas, para que o aprendiz construa cadeias de idéias relacionadas. Dessa forma o aprendiz deve engajar-se na construção de um produto significativo relacionado com sua realidade.

Para LUCENA (1999), citado por MODLER, KRUG e LAZAROTTO (2005), software educacional "é todo aquele que possa ser usado para algum objetivo educacional, pedagogicamente defensável por professores e alunos, qualquer que

seja a natureza e a finalidade para a qual tenha sido criado; entretanto, para que seja utilizado com finalidade educacional, qualidade, interface e pertinência devem ser avaliados”.

Dentro da concepção construtivista, um software para ser educativo deve ser um ambiente interativo que proporcione ao aprendiz investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar suas idéias iniciais, dessa forma o aprendiz estará construindo o seu próprio conhecimento. Para VALENTE (1998), a realização do ciclo “descrição - execução - reflexão - depuração – descrição” é de extrema importância na aquisição de novos conhecimentos por parte do aprendiz.

Entre as várias classificações de softwares educativos, segundo VIEIRA (2001), os softwares de simulação e modelagem constituem o ponto forte do computador na escola, pois possibilitam a vivência de situações difíceis ou até perigosas de serem reproduzidas em aula, permitem desde a realização de experiências químicas ou de balística, dissecação de cadáveres, até a criação de planetas e viagens na História.

Para que um fenômeno possa ser simulado no computador, basta que um modelo desse fenômeno seja implementado no computador. Assim, a escolha do fenômeno a ser desenvolvido é feita a priori e fornecido ao aprendiz.

A simulação pode ser fechada ou aberta, fechada quando o fenômeno é previamente implementado no computador, não exigindo que o aprendiz desenvolva suas hipóteses, teste-as, analise os resultados e refine seus conceitos. Nessa perspectiva a simulação se aproxima muito do tutorial. A simulação pode ser aberta quando fornece algumas situações previamente definidas e encoraja o aprendiz a elaborar suas hipóteses que deverão ser validadas por intermédio do processo de simulação no computador. Neste caso, o computador permite a elaboração do nível de compreensão por meio do ciclo descrição - execução - reflexão - depuração - descrição, onde o aprendiz define e descreve o fenômeno em estudo. Na modelagem, o modelo do fenômeno é criado pelo aprendiz que utiliza recursos de um sistema computacional para implementar esse modelo no computador, utilizando-o como se fosse uma simulação. Esse tipo de software exige certo grau de envolvimento na definição e representação computacional do fenômeno e, portanto, cria uma situação bastante semelhante à atividade de programação e possibilita a realização do ciclo descrição - execução - reflexão - depuração - descrição. Portanto, para que a aprendizagem se processe é

necessário que se propicie um ambiente onde o aprendiz se envolva com o fenômeno e o experencie, levantando suas hipóteses, buscando outras fontes de informações e usando o computador para validar sua compreensão do fenômeno. (VIEIRA, 2001)

3.5 As vantagens de softwares de simulação no processo de ensino-aprendizagem

No sistema de ensino de engenharia, segundo SILVA, LEAL e ALVES (2005), ainda em vigor na grande maioria das Instituições de Ensino Superior – IES, observa-se uma priorização dos conteúdos disciplinares, que são realmente fundamentais. Observam estes autores que, no entanto, faz-se necessário localizar adequadamente tal importância: “a prática, contudo, tende ainda a ficar restrita aos laboratórios, sendo que nestes, apesar de todos os esforços dos docentes, é bastante difícil simular situações próximas àquelas verificadas no mundo real do trabalho, seja por falta de equipamentos ou por falta de estrutura para tornar aquele experimento compatível com a realidade”. Na disciplina Engenharia de Tráfego, a utilização de softwares capazes de simular as condições operacionais do tráfego pode colocar o aluno mais próximo da situação real.

O método de aprender por simulação, segundo PESSOA e MARQUES FILHO (2001), também é usado no treinamento militar, no adestramento cirúrgico e em muitos outros exemplos de formação profissional. BÍSCARO (1994), citado por esses autores, salienta como vantagens da simulação a realização da tarefa com segurança, o fato de poder recomeçar o processo caso haja erros, o reforço do método conceitual e também de tornar as situações mais atrativas.

4 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA ENGENHARIA DE TRÁFEGO

4.1 Introdução

Apresenta-se neste capítulo uma visão geral das aplicabilidades e funções das ferramentas computacionais, seus diversos tipos e enquadramentos (categorias) e, ainda, as suas limitações para os trabalhos relacionados ao tráfego e transporte.

Estudos e experiências publicadas, relativos ao uso e à avaliação de diversas ferramentas computacionais - softwares – para estudo e simulação do tráfego também são apresentados neste capítulo, assim como os critérios para a sua seleção, segundo o Departamento de Transportes dos Estados Unidos, USDOT.

O USDOT publicou, em 2004, o TRAFFIC ANALYSIS TOOLBOX, compreendendo três volumes: Volume I - Traffic Analysis Tools Primer (USDOT, 2004a), Volume II -Decision Support Methodology for Selecting Traffic Analysis Tools (USDOT, 2004b) e o Volume III - Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software (USDOT, 2004c). Este estudo teve como objetivo atender gestores e profissionais das áreas de transportes das agências e órgãos públicos americanos, para suprir suas necessidades de conhecimento referente ao papel das ferramentas de análise de tráfego. Devido à amplitude da sua pesquisa, relativa aos diversos tipos e características de ferramentas computacionais e ainda, por abranger e propor uma metodologia de seleção, constituiu a referencia inicial e básica para o desenvolvimento deste trabalho.

O escopo deste estudo não atinge uma discussão mais profunda quanto à validação e calibração das diversas ferramentas, ou softwares disponíveis para utilização. Conforme já exposto, o interesse é avaliar as características gerais dessas ferramentas, para o objetivo didático de compor uma metodologia para sua seleção e com o intuito de proporcionar aos alunos da disciplina uma melhor preparação para o futuro mercado de trabalho.

4.2 Aplicações e funções das ferramentas de análise de tráfego

Segundo USDOT (2004), as ferramentas de análise de tráfego são projetadas para ajudar os profissionais do transporte na avaliação das estratégias

que melhor se ajustem às necessidades do transporte de seu meio. Estão relacionadas, a seguir, as principais tarefas, segundo USDOT (2004), nas quais as ferramentas de análise de tráfego podem ser úteis:

Implementar o processo de tomada de decisão. As ferramentas de análise de tráfego auxiliam os usuários quanto a melhores decisões referentes à engenharia e ao planejamento para problemas complexos do transporte. São usadas para estimar o impacto de medidas de gerenciamento do tráfego e outras estratégias, e ajudam a definir prioridades entre projetos competitivos. Além disso, podem fornecer afirmativas consistentes para comparação entre alternativas potenciais.

Avaliar e priorizar alternativas de planejamento e operacionais. Isto inclui comparar condições não-construídas (*no-build*) com alternativas de inclusão de vários tipos de melhorias potenciais. Os resultados podem ser usados para selecionar o melhor cenário alternativo ou dar prioridade às melhorias, aumentando as probabilidades de obter um planejamento bem sucedido.

Melhorar o projeto, o tempo e os custos da avaliação. As ferramentas da análise de tráfego são relativamente menos caras quando comparadas a estudos-piloto, às experiências de campo, ou à totalidade dos custos de execução. Além disso, as ferramentas analíticas podem ser usadas para avaliar combinações múltiplas de distribuição ou outros cenários complexos em um tempo relativamente curto.

Reduzir perturbações ao tráfego. As estratégias de gerenciamento e controle do tráfego apresentam-se de muitas formas e opções, e as ferramentas analíticas constituem um caminho de baixo custo para estimar os efeitos dessas estratégias de gerenciamento antes do seu completo desenvolvimento. Podem ser usadas, inicialmente, para testar novos conceitos de sistemas de gerenciamento do transporte sem a inconveniência de experiências de campo.

Estratégias de *marketing* e apresentação. Algumas ferramentas da análise de tráfego têm excelentes apresentações gráficas e de animação, as quais poderiam ser usadas para mostrar cenários do tipo "o que aconteceria se..." ao público em geral ou interessados.

Operar e gerenciar a capacidade viária. Algumas ferramentas são providas com potencialidades para otimização da capacidade viária, indicando o melhor projeto ou melhores estratégias de controle para maximizar o desempenho de uma facilidade de transporte.

Monitorar o desempenho. As ferramentas de análise podem também ser usadas

para avaliar e monitorar o desempenho do tráfego em operação de facilidades de transporte. Espera-se que, no futuro, todos os sistemas de monitoramento possam estar diretamente ligados às ferramentas de análise de tráfego para um processo de análise mais direto, em tempo real. (USDOT 2004)

Em resumo, USDOT (2004) define que as ferramentas da análise de tráfego podem incluir pacotes de software, metodologias, e procedimentos, e são usadas para as seguintes tarefas:

- Avaliar, simular, ou otimizar as operações dos meios e sistemas de transporte;
- Modelar operações existentes e prever resultados prováveis para alternativas propostas do projeto;
- Avaliar vários contextos analíticos, incluindo o planejamento, o projeto, e os projetos de operação/construção.

Observa-se que, nas funções e aplicabilidades acima relatadas deste estudo do USDOT (2004), não foi incluído o ensino, ou seja, a função das ferramentas de análise de tráfego para fins de formação didática ou pedagógica, característica esta pretendida explorar neste trabalho.

Uma importante observação do USDOT (2004) é que projetos de melhorias do transporte atravessam diversas fases, incluindo o planejamento, o desenvolvimento do projeto, a execução, a avaliação e a modificação operacionais da pós-execução e que cada uma destas fases requer diferentes metodologias e ferramentas.

4.3 Categorias das ferramentas para análise de tráfego

Como já anteriormente foi colocado, há muita diversidade e quantidade de ferramentas para análise de tráfego. USDOT (2004) apresenta uma listagem de ferramentas de análise de tráfego (VOLUME II, APÊNDICE E: “TRAFFIC ANALYSIS TOOLS BY CATEGORY”) classificadas nas seguintes categorias:

Ferramentas para Planejamento/ Esboço.

Modelos de Demanda de Viagens.

Ferramentas Analíticas/Determinísticas (metodologia do HCM).

Ferramentas de Otimização do Tráfego.

Modelos Microscópicos de Simulação do Tráfego.

Modelos Macroscópicos de Simulação do Tráfego.

Modelos Mesoscópicos de Simulação do Tráfego.

USDOT (2004) define cada uma dessas sete categorias de ferramentas:

Ferramentas para Planejamento / Esboço: Produzem estimativas de demanda e de operação do tráfego de ordem geral como reação às melhorias no transporte. Permitem a avaliação de projetos específicos ou de alternativas sem aprofundar na análise técnica. São usadas para preparar orçamentos preliminares e propostas, e não são consideradas como um substituto para análises mais detalhadas, necessárias para a execução do projeto.

Modelos de Demanda de Viagens: Os modelos da demanda de viagens têm potencialidades de análise específicas, tais como a previsão da demanda de viagens, do tipo de modalidade de transporte, da hora e dia da viagem, da rota e da representação do fluxo de tráfego na rede viária. São modelos matemáticos que prevêm a demanda futura de viagens baseada em circunstâncias atuais, e projeções futuras de características de moradias e de mercado de trabalho. Os modelos da demanda de viagens foram desenvolvidos originalmente para determinar os benefícios e o impacto de melhorias de corredores viários em áreas metropolitanas.

Ferramentas Analíticas/Determinísticas (Metodologia HCM): A maioria das ferramentas Analíticas/Determinísticas implementa os procedimentos do Highway Capacity Manual (HCM). Os procedimentos do HCM são fechados (*closed-form*), macroscópicos, determinísticos, e possuem procedimentos estatísticos que estimam a capacidade e medidas de desempenho para determinar o nível de serviço (tais como densidade, velocidade e atrasos). São fechados porque não são iterativos. O usuário coloca os dados e parâmetros, e, depois de uma seqüência de etapas analíticas, o método HCM produz uma única resposta. Além do mais, o método HCM é macroscópico (entrada e saída tratada com a média de desempenho do período de 15 minutos ou uma hora), determinístico (qualquer arranjo dado para as entradas produzirão a mesma resposta) e estático (predizem

as condições médias de operação sobre um período de tempo fixo e não tratam de transições em operações de um estado do sistema para outro). Portanto, estas ferramentas prevêem rapidamente capacidade, densidade, velocidade, atrasos e filas numa variedade de facilidades de transporte e são validadas com dados do campo, testes de laboratório, ou experiências em modelos reduzidos. Ferramentas Analítico-Determinísticas são adequadas para a análise do desempenho de facilidades de transporte isoladas ou em escala pequena; contudo, são limitadas na habilidade de analisar efeitos em redes ou sistemas de transportes.

Ferramentas de otimização semafóricas: Da mesma forma que as ferramentas analíticas/ determinísticas, as ferramentas de otimização semafóricas são baseadas principalmente no método HCM. As ferramentas de otimização semafóricas são projetadas de início para desenvolver fases e planos de tempos otimizados para interseções semaforizadas isoladas, vias arteriais, ou redes semafóricas. Isto inclui cálculos da capacidade, comprimento do ciclo, otimização dos intervalos de tempos, planos de coordenação e defasagem.

Modelos Macroscópicos de Simulação do Tráfego: Os modelos de simulação macroscópicos são baseados nas relações determinísticas do fluxo, velocidade e densidade da corrente de tráfego. A simulação em um modelo macroscópico acontece de seção a seção do tráfego, em vez de seguir veículos individualmente. Os modelos macroscópicos exigem menos requisitos computadorizados em relação aos modelos microscópicos. Entretanto, não têm a habilidade de analisar melhorias do transporte no mesmo nível de detalhe dos modelos microscópicos.

Modelos Mesoscópicos de Simulação do Tráfego: Os modelos mesoscópicos de simulação combinam as propriedades de modelos microscópicos (discutidos a seguir) e macroscópicos de simulação. Como nos modelos microscópicos, a unidade do fluxo de tráfego para os modelos mesoscópicos é o veículo individual. De forma análoga aos modelos microscópicos, a unidade do fluxo de tráfego é o veículo individual, e os modelos de simulação mesoscópicos atribuem tipos de veículos e comportamento dos motoristas, assim como seu relacionamento com as características da via. Seus movimentos, contudo, seguem as atribuições dos modelos macroscópicos, sendo orientados pela média de velocidade no trecho do trajeto.

Modelos Microscópicos de Simulação do Tráfego: Os Modelos microscópicos de simulação simulam os movimentos dos veículos individuais baseados nas teorias de *car-following* e *lane-changing*. De forma típica, os veículos entram numa rede de transportes usando uma distribuição estatística de chegadas (um processo estocástico) e são seguidos através da rede em pequenos intervalos de tempo

(como um segundo ou uma fração de segundo); após a entrada, a cada veículo é atribuído um destino, um tipo de veículo e um tipo de motorista. Em muitos modelos de simulação microscópicos, as características operacionais de tráfego de cada veículo são influenciadas pela inclinação vertical, pelas curvas horizontais e superelevação desenvolvida em pesquisa prévia. O tempo de processamento e a capacidade de memória requerida dos computadores são significativos, limitando muitas vezes o tamanho da rede e o número de processamento das simulações que podem ser executadas.

4.4 Limitações relacionadas ao uso de ferramentas de análise de tráfego

USDOT (2004) coloca algumas dificuldades para o processo de seleção de ferramentas de análise de tráfego, a serem consideradas, tendo em vista que cada ferramenta ou software em específico, assim como cada categoria de ferramentas, é projetada para desenvolver diferentes tarefas de análise do tráfego. A seguir, encontram-se resumidas as dificuldades consideradas mais relevantes:

- Disponibilidade dos dados de entrada requisitados, alimentação, da ferramenta: deve ser avaliada a disponibilidade dos dados existentes necessários, assim como a possibilidade de coleta de dados empíricos. USDOT (2004) comenta que, embora as ferramentas (softwares) mais simples não exijam grande quantidade de dados de entrada, estas apresentam resultados mais generalizados;

- Limites financeiros (orçamentários): necessários para a compra da licença do software, treinamento e capacitação dos profissionais para o uso da ferramenta;

- Conhecimento suficiente sobre as limitações e características da ferramenta (software): existe a possibilidade da ferramenta não permitir a adequação (customização) dos parâmetros necessários ao trabalho desejado e não ter sido projetada para avaliar todos os tipos de impacto produzidos pelas estratégias ou aplicações do transporte.

Em relação à utilização específica de uma ferramenta de análise de tráfego (software) para fins didáticos, e, principalmente, nas universidades brasileiras, as limitações acima mencionadas assumem dimensão maior, no que se refere ao custo da ferramenta, conforme RAIA JUNIOR et al (2004):

Os professores de Engenharia de Tráfego, considerando os grandes desenvolvimentos ocorridos na área, particularmente, com o rápido crescimento do uso da informática, sentem uma grande necessidade de apresentar aos alunos as novas tecnologias existentes no mercado. No entanto, isto nem sempre é possível, uma vez que os novos softwares desenvolvidos para aplicação em Engenharia de Tráfego são muito caros, praticamente inviabilizando a sua aquisição por parte das escolas superiores de engenharia, principalmente as públicas. (RAIA JUNIOR et al, 2004)

4.5 O uso de softwares para análise, modelagem e simulação do tráfego

PORTUGAL (2005) apresenta o conceito de simulação ao nível geral, como a imitação de uma situação real, através do uso de modelos.

O propósito principal da simulação é representar ou modelar o comportamento próprio e as interações dos elementos de um sistema para permitir uma avaliação prévia do seu desempenho. A simulação é mais um instrumento (por sinal, dos mais poderosos) do analista que pretende determinar o melhor sistema a ser implementado ou melhorado. Ela permite quantificar os efeitos de várias mudanças no sistema. Simplificadamente, ela é um instrumental descritivo para estimar como o sistema deverá operar se ele for projetado de um determinado modo. (PORTUGAL, 2005)

Vários estudos publicados discutem a aplicabilidade e validade das ferramentas de análise e modelos de simulação do tráfego, estabelecendo comparações entre os modelos existentes. Como neste trabalho também será efetuada uma aplicação da metodologia de seleção para o software Synchro/SIMTRAFFIC, foram pesquisados estudos onde este se encontrava incluído entre os softwares experimentados.

A UTCA – University Transportation Center for Alabama (Estados Unidos), no documento Traffic Simulation Software Comparison Study, em sua Seção 6, Conclusões e Recomendações, diz que:

Tanto o SimTraffic, CORSIM, e o AIMSUM podem prover resultados razoáveis para aplicações de simulações típicas. Finalmente, não há classificação de melhor ou

pior software. Todos os três pacotes de simulação tiveram uma performance razoavelmente boa, porém com limitações que devem ser identificadas antes da seleção de uma delas para avaliação da rede viária. Foi observado que cada programa tem seus pontos fracos e fortes que os fazem adequados para certas aplicações, dependendo do tipo de melhoria para o transporte ou análise de projeto a ser considerada. O SimTraffic foi identificado como o modelo de maior facilidade para utilização e a sua interface gráfica foi obtida no menor tempo de codificação em relação aos outros dois modelos analisados. Mesmo usuários inexperientes teriam condições de carregar uma rede simples e fazê-la rodar no programa em um período de tempo pequeno, e sua habilidade de exportação para o formato do CORSIM faz deste software um ponto de partida ideal para a criação de redes mais complexas com o CORSIM (UTCA, 2004).

O Departamento de Transportes dos Estados Unidos (U.S. Department of Transportation - USDOT), na sua publicação SURROGATE SAFETY MEASURES FROM TRAFFIC SIMULATION MODELS, projeto da Administração Rodoviária Federal (FHWA), pesquisou o desempenho dos modelos microscópicos existentes para simulação do tráfego de interseções, como suporte aos profissionais de engenharia no desenvolvimento de alternativas relativas à segurança viária. Este documento abrange as análises comparativas de diversas características dos softwares CORSIM, SIMTRAFFIC, VISSIM, HUTSIM, PARAMICS, WATSIM, INTEGRATION e AISUM e, em seu Capítulo 4, apresenta as seguintes considerações sobre os modelos de simulação do tráfego pesquisados nesse documento:

Cada modelo de simulação tem suas próprias forças e fraquezas referentes à modelagem do tráfego em geral e à simulação do desempenho de medidas de segurança. Pesquisa europeia precedente confirmou como similares os resultados obtidos. Todos os modelos revisados iriam requerer níveis de ajuste ou melhoramento para dar apoio ao desempenho de medidas de segurança do tráfego – tanto melhorias internas do código de fonte e externas relativas a arquivos de saída adicionais, com a possibilidade de imposição de novos valores (USDOT, 2003).

O ITE - Institute of Transportation Engineers (EUA), California Border Section, em seu trabalho A REPORT ON THE USE OF TRAFFIC SIMULATION MODELS IN THE SAN DIEGO REGION, no qual foram pesquisados quais os softwares mais utilizados para simulação do tráfego e seus respectivos desempenhos para a região de São Diego e parte oeste dos Estados Unidos, apresenta as seguintes considerações e conclusões:

Os modelos de simulação do tráfego continuam a ser criados e mesmo aqueles que já se encontram em uso sujeitam-se a mudanças contínuas enquanto seus desenvolvedores trabalham para aprimorar o seu produto. Itens discutidos neste estudo, específicos de cada modelo em particular de simulação, estão sujeitos a mudanças na medida em que sejam efetuadas revisões e melhorias neste modelo. De acordo com as pesquisas conduzidas neste estudo, o modelo mais freqüentemente utilizado para simulação do tráfego na região de São Diego e na região oeste dos Estados Unidos é SIMTRAFFIC, seguido pelo CORSIM, VISSIM, e Paramics. A maioria dos técnicos que participaram deste estudo acredita que não existe um único modelo de simulação do tráfego preferencial para todas as situações e que, todos os modelos têm vantagens específicas dependendo da situação particular do tráfego a ser analisada. Ao mesmo tempo em que os modelos de simulação do tráfego oferecem vantagens significativas sobre os métodos tradicionais da análise para resolver determinados problemas de transporte, também podem ser mal empregados e interpretados (ITE, 2004).

No Projeto ITS - INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM, da Oxford-University of Mississippi, Estados Unidos, conforme o documento Modelos de Tráfego são utilizados dois softwares comercialmente disponíveis: TSIS 5.0 e o Synchro SIMTRAFFIC 5.0. No decorrer do documento, os dois softwares são descritos:

O "Traffic Software Integrated System" (TSIS) é uma coleção de ferramentas (softwares) para o uso de engenheiros de tráfego e pesquisadores. TSIS 5.0 foi preparado pelo ATMS - Advanced Traffic Management System Division das indústrias ITT Inc., para a Administração Rodoviária Federal (FHWA) dos Estados Unidos, e é distribuído pela PC TRANS, do Centro de Transportes da Universidade de Kansas (EUA). O TSIS 5.0 consiste em quatro módulos de software separados: T-SHELL, TRAFED, CORSIM, TRAFVU. SYNCHRO e SimTraffic 5.0 é um software

integrado de modelagem, análise e simulação de tráfego. Synchro usualmente funciona como o TSIS (CORSIM), mas possui a capacidade de entrada de dados, edição e gerenciamento de uma forma mais simples. Por exemplo, o fundo em “bitmap” pode ser usado para a rede de trabalho dentro da escala requerida, e em vários tipos de formato de arquivo (BMP, JPG, DXF, etc). SimTraffic tem a capacidade de simulação realística dos veículos, onde a simulação é mostrada com fotografias aéreas ou outro fundo em “bitmap”. Synchro tem “Diagramas Espaço-Tempo” coloridos e informativos. Os “intervalos de tempo” podem ser ajustados diretamente nos diagramas. Synchro elabora dois tipos de “Diagramas Espaço-Tempo”: o estilo da “banda de passagem” mostra como o tráfego pode passar numa via arterial inteira sem parar e o estilo do “fluxo de veículos” mostra individualmente os veículos, que param, se enfileiram e então prosseguem. Synchro fornece relatórios completos e explicativos de “Medidas de Eficiência” (MOE) em termos de atrasos, paradas, nível de serviço (LOS), consumo de combustível e emissão de poluentes. Este software é um dos softwares mais utilizados na comunidade de gerenciamento do transporte (OUM, 2004).

Uma pesquisa da University of Illinois at Urbana-Champaign, em Urbana, Illinois (Estados Unidos), “COMPARISON OF DELAYS FROM HCM, SYNCHRO, PASSER II, PASSER IV AND CORSIM FOR AN URBAN ARTERIAL” compara os atrasos computados pelo HCM (Highway Capacity Manual), usando o software HCS, Synchro, PASSER II, PASSER IV e CORSIM para uma via arterial urbana. A via estudada foi a North Prospect Avenue, em Champaign, Illinois, (Estados Unidos). Foram realizados estudos baseados nas condições de tráfego existentes, com os semáforos modelados através dos softwares HCS e Synchro, e na situação otimizada, pelos softwares PASSER II, PASSER IV e Synchro. Para as situações de tráfego existente e otimizada, foram identificadas as reduções dos atrasos para cada software utilizado, sendo que o Synchro foi o que apresentou melhor desempenho na redução dos atrasos na otimização da rede. As simulações das condições existentes e otimizadas foram efetuadas no software CORSIM. O estudo relata os resultados obtidos e aponta vantagens e desvantagens de cada software em relação ao cálculo e otimização de atrasos.

Nos documentos e estudos acima mencionados pode ser verificada a preocupação quanto à avaliação dos diversos tipos de ferramentas computacionais

para tarefas relativas a análise, desempenho e simulação do tráfego, estando entre eles, o software Synchro/SimTraffic.

No interesse específico da tarefa Ensino de Engenharia de Tráfego, não foram localizadas publicações relativas a avaliações quanto à possível eficiência didática, embora, conforme já mencionado, através da internet, em páginas eletrônicas de universidades americanas, pode ser confirmado que este software, Synchro SimTraffic, assim como outros, já são disponibilizados em laboratórios das disciplinas relacionadas ao tráfego e transporte. Foram ainda localizados cursos específicos de treinamento e utilização do Synchro/ SimTraffic, tais como no Institute of Transportation Studies, da University of California Berkeley (UC - BERKELEY, 2006).

4.6 Seleção de Ferramentas de Análise de Tráfego

O uso de ferramentas computacionais – softwares, no ensino da Engenharia de Tráfego enfrenta de início grande dificuldade quanto à seleção da ferramenta mais apropriada, ou seja, quanto ao software a ser utilizado, agravado pelo fato de que, em quase sua totalidade, estes softwares são desenvolvidos em países estrangeiros. Mesmo nos Estados Unidos, segundo TRUEBLOOD (2004), “na medida em que o uso de produtos para simulação do tráfego alcança popularidade, o número e a funcionalidade destes programas também expandiu”.

Há dez anos atrás, havia menos de cinco correntes principais de modelos em utilização, e hoje há mais de dez modelos no mercado, além dos modelos atualmente em desenvolvimento. Os vários pacotes de softwares apresentam, cada um, características originais, e, conseqüentemente, alguns podem ser mais apropriados para um projeto particular do que outro. Escolher o modelo da simulação de tráfego que servirá melhor à suas necessidades pode ser desafiador e ainda crucial ao sucesso do projeto (TRUEBLOOD, 2004).

USDOT (2004a) apresenta uma série de observações acerca das ferramentas de análise de tráfego:

Existem diversas metodologias e ferramentas da análise de tráfego disponíveis para o uso; entretanto, há pouca ou nenhuma orientação de qual ferramenta deve

ser usada. Estas ferramentas variam em sua forma, potencialidades, metodologia, requisitos de dados de entrada e saída. Além disso, não há nenhuma ferramenta que pode se dirigir a todas as necessidades analíticas de uma agência particular.

MAIOLINO e PORTUGAL (2001), quando analisam diversos tipos de softwares para simulação do tráfego em estudo na avaliação de impacto na circulação viária, com a implantação de corredores de ônibus, dizem que “a escolha de um simulador de tráfego deve dar-se em função da aplicação que se deseja e deve contemplar fundamentalmente as entradas requeridas devido à modelagem do software, as saídas disponibilizadas e demais aspectos de interesse”.

Portanto, é necessário que o modelo de simulação de tráfego previsto no software escolhido seja adequado para a finalidade que se deseja; para o caso em estudo, que atenda como ferramenta didática ao ensino do tópico desejado da matéria.

USDOT (2004) recomenda os seguintes critérios para seleção do tipo apropriado de ferramenta de análise de tráfego, e ajuda a identificar sob que circunstâncias um tipo particular de ferramenta deve ser usado:

A primeira etapa é identificação do CONTEXTO ANALÍTICO para a tarefa/planejamento, o projeto, ou a operação/construção. Sete critérios adicionais são necessários para ajudar a identificar as ferramentas de análise mais apropriadas para um projeto em particular. Dependendo do contexto analítico e os objetivos do projeto, a relevância de cada critério pode diferir. Os critérios incluem o seguinte:

- Habilidade de analisar o ESCOPO GEOGRÁFICO (ambiente geográfico) ou área de estudo apropriada: interseção isolada, rodovia, corredores ou redes viárias.
- Capacidade de modelagem dos vários TIPOS DE FACILIDADES DE TRANSPORTE, tais como *freeways* e vias expressas, faixas exclusivas para veículos de transporte, acessos, vias arteriais, praças de pedágio, etc.
- Habilidade de analisar vários MEIOS DE TRANSPORTE, tais como veículos de passeio, veículos fretados, ônibus, trem, caminhão, bicicleta, e viagens a pé (pedestres).

- Habilidade de analisar várias ESTRATÉGIAS E APLICAÇÕES DO GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO, tais como coordenação de semáforos, gerenciamento de incidentes, etc.
- Potencialidade de estimar RESPOSTAS DOS USUÁRIOS às estratégias de gerenciamento do tráfego, tais como a alteração de trajeto, horários das viagens, o meio de transporte, alterações de destinos, e a indução ou deslocamento da demanda de viagens.
- Habilidade de produzir diretamente MEDIDAS DE DESEMPENHO como dados de saída, relativas às medidas de segurança do tráfego (acidentes, fatalidades), à eficiência (volumes de tráfego, veículo.km de viagem (VMT)), à mobilidade (tempo de percurso, velocidade, veículo.hora de viagem (VHT)), produtividade (economia de custo/viagem), e medidas ambientais (emissões, consumo de combustível, ruídos).
- Relação “CUSTO EFETIVO (REAL)/FERRAMENTA” das ferramentas de análise para a tarefa, principalmente dentro de uma perspectiva gerencial ou operacional. Os parâmetros que influenciam o “custo efetivo” incluem o custo da ferramenta, o nível do esforço requerido, a facilidade de utilização, os requisitos de equipamentos de hardware, os requisitos dos dados, animação, etc.

Na Metodologia para Seleção de Ferramenta de Análise de Tráfego, desenvolvida pelo USDOT (2004), aqui denominada de Método USDOT, é realizada a ponderação dos critérios acima descritos, de acordo com o tipo e objetivos do trabalho a ser realizado. Seu propósito é identificar a categoria apropriada de ferramenta de análise, e na seqüência, uma vez identificada a categoria ou as categorias das ferramentas adequadas, avaliar a ferramenta propriamente dita, ou seja, o software específico mais adequado, enquadrado na categoria anteriormente selecionada. No capítulo 6 deste trabalho, encontra-se descrito o Método USDOT.

5 A APLICAÇÃO DO SOFTWARE SYNCHRO/SIMTRAFFIC 5, VERSÃO DEMO NA UFSCAR

5.1 Introdução

Neste capítulo apresenta-se um relato sobre a aplicação do software Synchro/SimTraffic (TRAFFICWARE®), através do Projeto USDLET da UFSCar.

O capítulo compreende a apresentação do software Synchro/SimTraffic, 5.0, versão demo, suas características, potencialidades e limitações e descreve sua aplicação na disciplina de Engenharia de Tráfego, para o ensino de tópicos relacionados ao controle semaforizado de interseções.

5.2 O Projeto USDLET da UFSCar

A aplicação do software Synchro/SimTraffic, para os alunos de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, foi desenvolvida através do Projeto USDLET-Uso de Softwares nas Disciplinas Ligadas à Engenharia de Tráfego-ET. Este projeto, segundo RAIA JUNIOR e MARTINEZ (2005a), “foi concebido visando uma integração entre os alunos do PPGEU-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e da graduação em Engenharia Civil”. Relatam a respeito desse projeto, RAIA JUNIOR e MARTINEZ (2005b):

O Projeto preconiza que os alunos da PG possam, sob a orientação do professor responsável pelas disciplinas ligadas à Engenharia de Tráfego, desenvolver mecanismos que permitam não somente eles próprios conhecerem essas novas tecnologias computacionais, mas que, considerando suas próprias experiências, possam desenvolver material didático para ser utilizado nas aulas de graduação.

A graduação em Engenharia Civil da UFSCar possui duas disciplinas ligadas ao tema trânsito: Engenharia de Tráfego e Segurança no Trânsito. A Pós-Graduação tem, em sua grade, a disciplina Tráfego Urbano. Além disso, a UFSCar criou o Programa de Estágio Supervisionado de Capacitação Docente-PESCD, em 1997. O objetivo deste Programa é aprimorar a formação de discentes de pós-graduação, oferecendo-lhes adequada preparação pedagógica, através de estágio supervisionado em atividades didáticas de graduação. A integração do pós-graduando ao PESCD efetua-se mediante a sua participação em projeto vinculado

a determinada disciplina e supervisionado pelo professor responsável. A participação no Programa permite ao aluno contabilizar créditos nos programas de pós-graduação da Universidade (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b).

O diagrama esquemático do Projeto USDLET, apresentado por RAIA JUNIOR e MARTINEZ (2005b), pode ser visualizado na Figura 5.1; apresenta três níveis distintos de competência no desenvolvimento desse projeto, conforme relatado por esses autores: o professor responsável, os alunos de pós-graduação e os alunos de graduação:

A primeira etapa do Projeto USDLET (Etapa 1) consta na identificação, pelo professor responsável, de um software demo que venha a atender às necessidades das disciplinas nos dois níveis. Na experiência relatada, o Synchron 5. O software é então disponibilizado aos alunos de Tráfego Urbano (PGGEU), divididos em Equipes ($E_1, E_2, E_3...E_n$). Eles estudam, aprofundam e criam exemplos detalhados de aplicação. Esse produto é apresentado ao professor responsável e aos demais alunos em seminário da disciplina Tráfego Urbano (Etapa 2). Posteriormente, há a seleção de um desses alunos para participar do Programa PESCD, como estagiário. O aluno consolida o material didático e o transmite aos alunos de graduação, sob a orientação do professor responsável, em aulas no Laboratório de Informática do Departamento de Engenharia Civil. Finalmente, os graduandos são agregados em Grupos de Trabalho ($G_1, G_2, G_3...G_n$), para levantamento de dados de campo (cidade de São Carlos), aplicação dos dados no Synchron e análise dos resultados, para familiarização com o software. A partir daí, fazem uma série de simulações (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b).

Os autores comentam ainda que, os resultados finais podem ser considerados excelentes, não só pela qualidade dos trabalhos executados pelos diversos grupos, como pela profundidade e complexidade dos cálculos e análises realizados, em tempos relativamente curtos quando comparados com aqueles que seriam gastos se os cálculos fossem realizados manualmente.

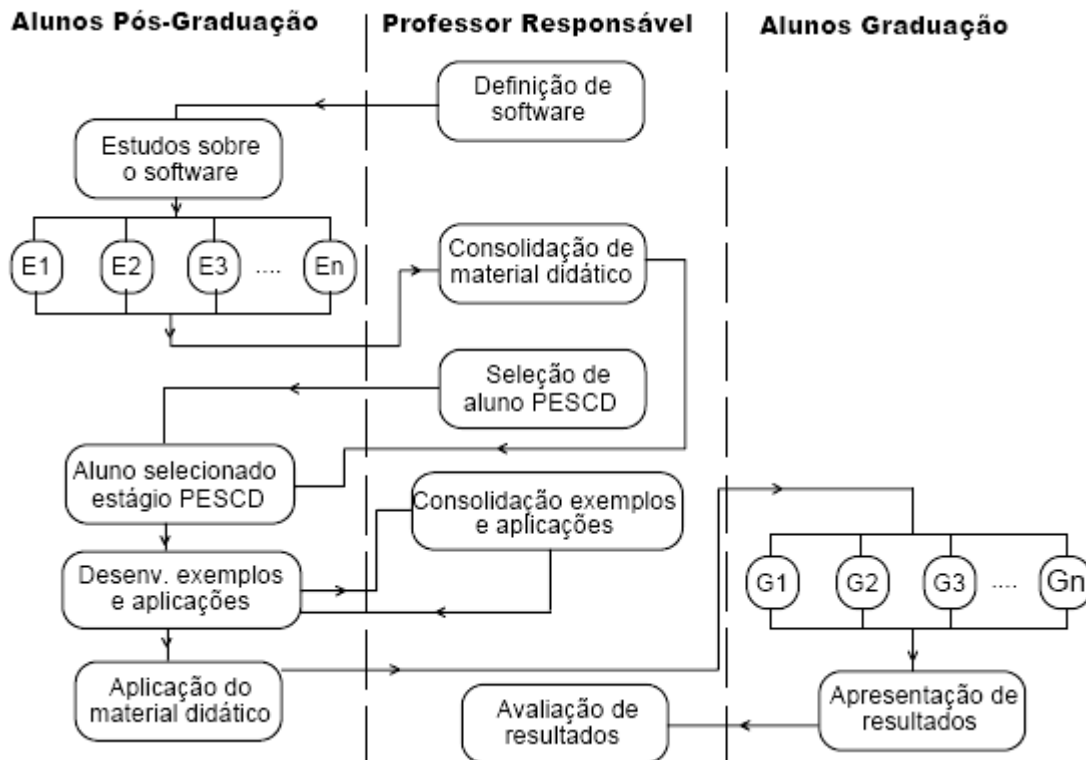


Figura 5.1: Diagrama Esquemático do Projeto USDLET (Fonte: RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)

5.3 O software Synchro/ SimTraffic

Segundo RAIA JUNIOR et al (2004), o software Synchro é um pacote completo para modelagem e otimização dos tempos semaforicos. São estas, algumas de suas principais ferramentas:

Análise da Capacidade - utiliza métodos do Manual de Capacidade Rodoviária 2000 (HCM-Highway Capacity Manual, 2000). Além do cálculo de capacidade, o Synchro otimiza também comprimentos de ciclos e estágios, eliminando a necessidade de tentar se encontrar um ótimo plano de tempos múltiplos. Se a interseção for coordenada, o Synchro calcula explicitamente o fator da progressão e os efeitos da coordenação.

Coordenação - permite que sejam gerados os planos de tempo otimizados. O Synchro otimiza os estágios, o comprimento do ciclo e as defasagens. Otimiza a redução de atrasos. Isto faz os planos de tempo Synchro serem similares ao programa TRANSYT, que é especialista em reduzir paradas e atrasos.

Semáforos Atuados - software interativo para modelagem de semáforos atuados, podendo realizar a modelagem evitando intervalos, e aplicando a informação para a modelagem de atrasos.

Diagrama Espaço-Tempo - tem informativos de diagramas de espaço-tempo coloridos. Os estágios e defasagens podem ser alterados diretamente no diagrama. O Synchro tem dois estilos de diagramas espaço-tempo. O estilo de faixa, que mostra como o tráfego é capaz de percorrer uma via arterial inteira, sem parar. O estilo fluxo de veículos mostra veículos individuais que param, se enfileiram, e então partem. O estilo de fluxo de tráfego mostra cenários muito claros de como o fluxo de tráfego está disposto.

Pacotes de Engenharia de Tráfego - o software possui pré-processadores, tais como: HCS-Highway Capacity Software, Transyt-7F, e o CORSIM, normalmente usados na área (RAIA JUNIOR et al, 2004).

5.3.1 O uso do software Synchro 5, versão demo

A verificação das limitações deste software disponibilizado na sua versão demo constituiu importante etapa para estabelecer sua suficiência em relação ao seu uso como ferramenta didática. Observa-se que, essas limitações já foram sumariamente identificadas, conforme RAIA JUNIOR et al (2004):

A versão demo do Synchro 5, usada no Projeto USDLET, não otimiza o cálculo de novos arquivos, a não ser aqueles disponibilizados como exemplos, mas faz cálculos a partir de alterações dos dados existentes nos exemplos. Não são permitidas alterações do tipo adicionar ou apagar links, apagar ou mover interseções, ou transladar mapas.

As operações permitidas pelo software demo são suficientes para que os alunos conheçam as potencialidades das ferramentas, além de realizar uma série de simulações. Os exemplos dispostos no software representam a maioria dos leiautes das interseções normalmente encontradas nas cidades brasileiras (RAIA JUNIOR et al, 2004).

Para a demonstração da potencialidade do uso desta versão como ferramenta didática, RAIA JUNIOR e MARTINEZ (2005b) apresentam algumas telas como exemplo: na Figura 5.2, encontra-se o leiaute de um cruzamento, com duas aproximações, de uma interseção real (nomes fictícios), usada no estudo relatado.

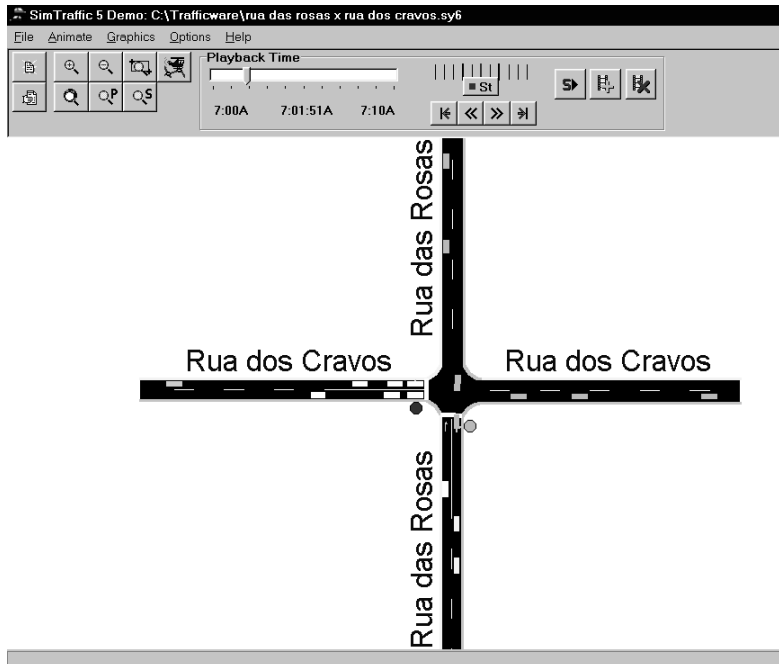


Figura 5.2. Cruzamento estudado com o Synchro (Fonte: RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)

Há 16 tipos de interseções disponibilizadas pelo software em sua versão demo, os quais podem ser usados em aplicações didáticas, conforme pode ser visualizado na Figura 5.3.

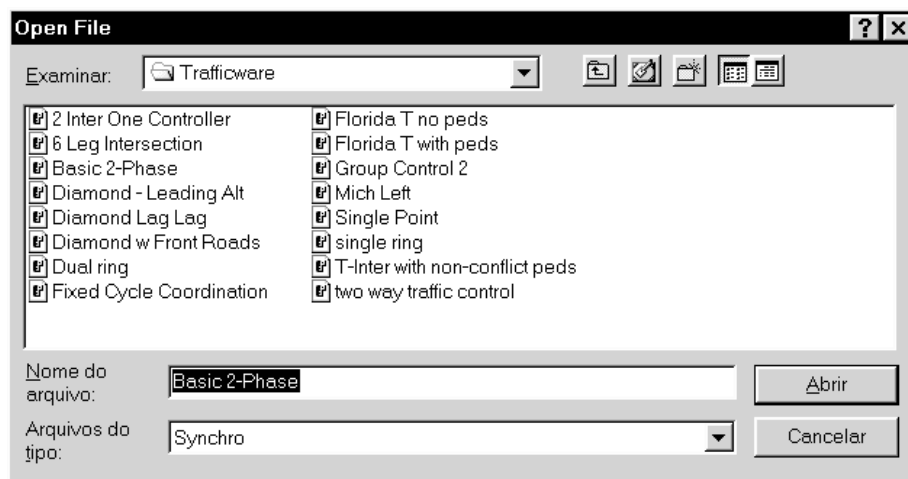


Figura 5.3. Opções de arquivos de cruzamentos na versão demo do Synchro 5 (Fonte: RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)

As interseções disponíveis variam desde os tipos mais simples até os mais complexos, em termos de geometria e operação. A representação do cruzamento com os respectivos dados de volume de tráfego e faixas, bem como a janela de inserção de dados de uma determinada aproximação é apresentada na Figura 5.4.

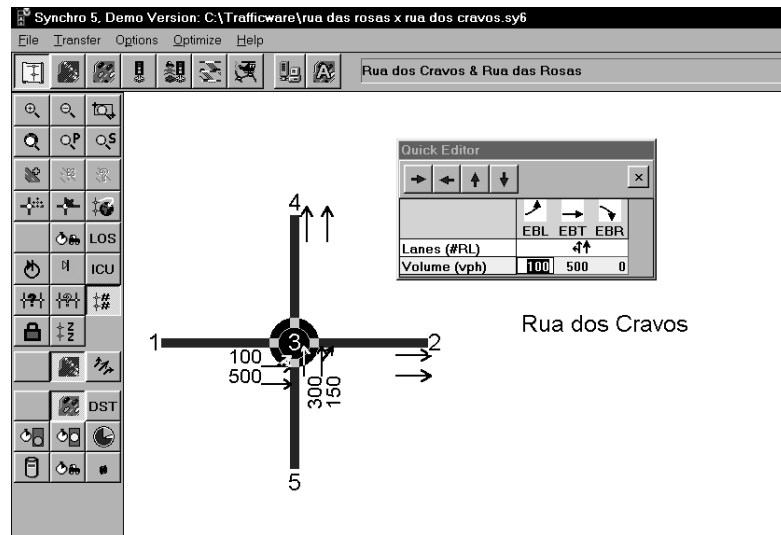


Figura 5.4. Representação do cruzamento: volumes e faixas de tráfego (Fonte: RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)

Relatam ainda RAIA JUNIOR e MARTINEZ (2005b), que a inserção dos dados operacionais relacionados com a interseção em estudo, tais como o volume e composição do tráfego, conflitos com pedestres e bicicletas, pontos de ônibus, largura da faixa, inclinação da via, existência de conversão à esquerda, fator de hora pico-FHP, presença de faixa para estacionamento, podem ser introduzidos por meio de uma única janela (ver Figura 5.5). Prosseguem esses autores, relatando que “após a introdução dos dados de volume, pode-se obter os resultados detalhados do processo de otimização semafórica”, e concluem afirmando que “uma das potencialidades mais interessantes e didaticamente atraentes são as telas que apresentam animações de simulações de circulação de veículos no cruzamento em estudo” (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b). Um dos tipos de tela de simulação está representado na Figura 5.6.

Synchro 5. Demo Version: C:\Trafficware\rua das rosas x rua dos cravos.sy6												
File Transfer Options Optimize Help												
Rua dos Cravos & Rua das Rosas												
VOLUME WINDOW	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Traffic Volume (vph)	100	500	0	0	0	0	0	300	150	0	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0
Conflicting Bikes (#/hr)	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
Peak Hour Factor	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Parking Maneuvers (#/hr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Traffic from mid-block (%)	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
Link OD Volumes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adjusted Flow (vph)	111	556	0	0	0	0	0	333	167	0	0	0
Lane Group Flow (vph)	0	667	0	0	0	0	0	500	0	0	0	0

Figura 5.5. Janela de inserção de dados operacionais da interseção. (Fonte: RAIÁ JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)

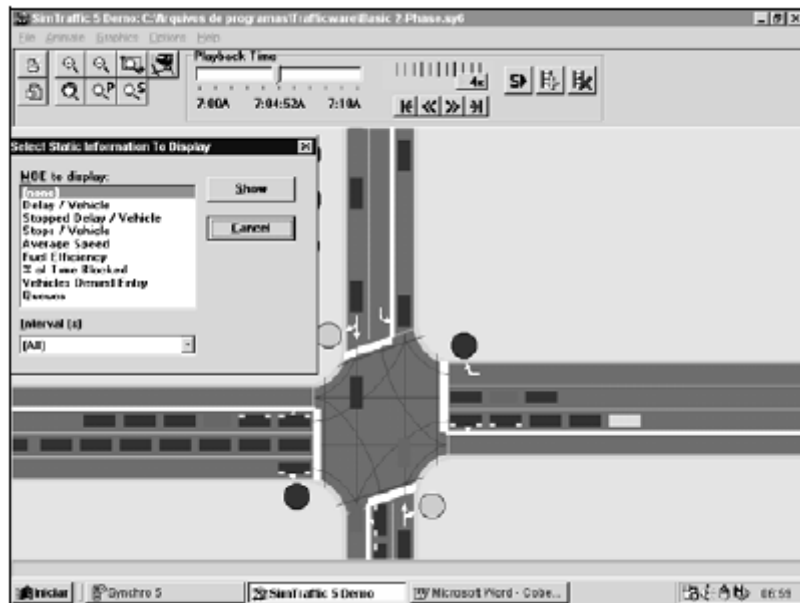


Figura 5.6. Tela de simulação dos movimentos no cruzamento. (Fonte: RAIÁ JUNIOR e MARTINEZ, 2005b)

Quanto à aplicação do software Synchro SIMTRAFFIC, atestam RAIA JUNIOR e MARTINEZ, (2005b), em suas considerações finais:

O uso de software demo para o ensino de Engenharia de Tráfego, neste caso específico, o Synchro 5, desenvolvido para simulação e programação semaforica, associado com o Projeto USDLET, demonstrou ser totalmente viável, como alternativa à impossibilidade de aquisição da versão *full*. O estudo semaforico, que envolve uma grande quantidade de dados, uma complexidade dos cálculos, e uma gama de alternativas razoável, quando feito manualmente, restringe, por questões de tempo, o exame de diversas possibilidades de solução. Isto faz com que o aluno não tenha a possibilidade de conhecer soluções e seus impactos em diferentes condições de operação (RAIA JUNIOR e MARTINEZ, 2005b).

6 O MÉTODO USDOT

6.1 Introdução

Neste capítulo demonstra-se o método desenvolvido por USDOT (2004) em TRAFFIC ANALYSIS TOOLBOX, Volume II: “Decision Support Methodology for Selecting Traffic Analysis Tools”, para a seleção de ferramentas de análise de tráfego, o qual, conforme já mencionado, constituiu o ponto de referência inicial para a elaboração da metodologia proposta neste trabalho, para a escolha de softwares para uso no ensino.

Este método foi elaborado por USDOT (2004) para auxílio às agências americanas na seleção de ferramentas computacionais para utilização no desenvolvimento dos mais diversos projetos e tarefas relacionadas ao tráfego e transporte. Porém, foi observado que o objetivo “ensino” não foi mencionado como tarefa incluída por USDOT (2004) para a construção dessa metodologia de seleção desses softwares.

O uso de softwares naquele país já é amplamente disseminado tanto entre os diversos organismos responsáveis pelo gerenciamento do tráfego e transporte, como nas universidades, as quais já incluem na sua grade curricular carga horária em laboratórios para aprendizagem e treinamento quanto à utilização dos mesmos, conforme pode ser verificado nas páginas eletrônicas das seguintes universidades: “University of Wisconsin-Madison”, (em <http://www.engr.wisc.edu/cee/research/transengr_geo.html>), “The Pennsylvania State University” (em <<http://www.engr.psu.edu/ce/Divisions/transportation/transportation.htm>>), da University Irvine, California (The Henry Samueli School of Engineering) (em <<http://undergraduate.eng.uci.edu/documents/policy/publications/courseoutline/2005-2006/engrcee/engrcee%20124.pdf>>, disponível em 14/09/2006), entre outras.

O Método USDOT compreende duas etapas principais: na primeira é proposta a seleção da categoria de ferramenta de análise de tráfego, (demonstrada na Fig. 6.1 a seguir) conforme a classificação USDOT (2004) apresentada no capítulo anterior e na etapa seguinte, em seqüência, procede-se à seleção da ferramenta específica, dentro da categoria de ferramentas, previamente identificada

na primeira etapa (Fig. 6.2). No Anexo A deste trabalho é apresentada a lista de softwares listados pelo USDOT (2004) para cada categoria de ferramenta segundo a sua classificação. Observa-se ainda que, o Método USDOT utiliza a expressão “ferramenta” para referir aos softwares de maneira geral, termo esse mantido no decorrer deste capítulo, para fidelidade ao texto pesquisado do Método USDOT.



Figura 6.1: Método USDOT Etapa 1 – Escolha da Categoria de Ferramenta (USDOT, 2004)



Figura 6.2: Método USDOT Etapa 2 – Escolha da Ferramenta Específica (USDOT, 2004)

Conforme o Método USDOT, dependendo do projeto, mais do que uma ferramenta analítica pode ser capaz de analisar e produzir o resultado desejado, assim como pode ser identificada a não habilidade de uma ferramenta específica no atendimento a todas as necessidades do projeto, sendo necessário mais do que uma ferramenta de análise para conduzir um estudo específico, pertencente à mesma categoria ou não.

6.2 Os critérios de análise do Método USDOT

Neste método desenvolvido para seleção de ferramentas de análise do tráfego, são propostos para serem avaliados pelo usuário, além da identificação do

contexto do projeto ou tarefa a ser realizada, denominado CONTEXTO DE ANÁLISE, outros sete critérios a serem verificados:

- área de estudo ou escopo (abrangência) geográfica
- tipo de facilidade
- modo de transporte
- estratégias de gerenciamento do tráfego e aplicações
- reação (resposta) dos usuários
- medidas de desempenho/ performance do tráfego
- custo efetivo da ferramenta

Cada um destes critérios, chamados pelo Método USDOT de critérios principais, é subdividido em vários subcritérios, para possibilitar uma análise específica de cada projeto, com seus diferentes objetivos e metas. Os critérios principais e seus subcritérios, propostos pelo Método USDOT encontram-se detalhados nas Tabelas de Relevância das Categorias de Ferramentas de Análise de Tráfego, no Anexo B deste trabalho.

6.3 Características das ferramentas por categoria

Uma vez estabelecidos os critérios e subcritérios de análise, o Método USDOT procedeu a uma avaliação geral de cada categoria de ferramenta (software) para cada um desses critérios. Foram pesquisadas as características apresentadas pelas ferramentas (softwares) em cada categoria, e avaliadas, em caráter geral, de acordo com a sua capacidade no atendimento para cada tipo de requisito listado nos grupos dos sub-critérios. Esta avaliação do Método USDOT foi estabelecida em quatro níveis e são os seguintes:

- 1) O contexto específico está geralmente contemplado pela ferramenta de análise / metodologia correspondente;
- 2) Algumas das ferramentas de análise / metodologias tratam do contexto específico e outras não;
- 3) A ferramenta de análise / metodologia geralmente não contempla o contexto específico;
- 4) A metodologia não é apropriada no tratamento do contexto específico.

Na Tabela 6.1, encontra-se a avaliação do Método USDOT para o primeiro dos critérios para avaliação nele proposto, denominado CONTEXTO DE ANÁLISE,

com os seus respectivos sub-critérios, e a legenda com a simbologia utilizada para os quatro níveis de avaliação do Método USDOT quanto ao atendimento das categorias das ferramentas.

Tabela 6.1 – Relevância das Categorias de Ferramentas de Análise de Tráfego em Relação ao Contexto de Análise - Método USDOT (USDOT, 2004)

CONTEXTO DE ANÁLISE	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
PLANEJAMENTO	●	●	∅	○	∅	∅	○
PROJETO	N/A	∅	●	●	●	●	●
OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO	∅	○	●	●	●	●	●

LEGENDA:	
●	O CONTEXTO ESPECÍFICO ESTÁ GERALMENTE CONTEMPLADO PELA FERRAMENTA DE ANÁLISE / METODOLOGIA CORRESPONDENTE
∅	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS TRATAM DO CONTEXTO ESPECÍFICO E OUTRAS NÃO
○	A FERRAMENTA DE ANÁLISE/ METODOLOGIA GERALMENTE NÃO CONTEMPLA O CONTEXTO ESPECÍFICO
N/A	A METODOLOGIA NÃO É APROPRIADA NO TRATAMENTO DO CONTEXTO ESPECÍFICO

6.4 As Etapas do Método USDOT

Apresenta-se, a seguir, os passos previstos no Método USDOT, dividido em Etapas 1 e 2, conforme anteriormente mencionadas.

6.4.1 Etapa 1: Seleção da categoria de ferramenta de análise de tráfego

Em uma tabela são ponderadas as características de cada categoria de ferramenta em função da análise e balanceamento dos requisitos do projeto a ser realizado pelo usuário da ferramenta. Nas linhas correspondentes à **coluna 1** dessa tabela encontram-se os critérios e respectivos sub-critérios de análise sugeridos pelo

Método USDOT; na sua **coluna 3** são alocadas as categorias das ferramentas, em sub-colunas.

Para a primeira etapa deste método de seleção, a seqüência de tarefas a ser desenvolvida pelos usuários, encontra-se descrita a seguir:

1. Determinar o contexto do projeto: planejamento, projeto, ou operação / construção, e atribuir pesos de relevância ao contexto, preenchendo **a coluna 2** da tabela. Na maioria dos casos, a categoria mais apropriada de ferramenta depende do tipo de projeto e o nível de detalhe requerido pelo contexto do projeto. Portanto, o primeiro passo é definir cuidadosamente sobre o contexto do projeto e suas metas, objetivos, assuntos e necessidades. Os valores do peso de relevância devem variar de 0 (não relevante) a 5 (mais relevante).

2. Repetir o procedimento para cada grupo dos demais sete critérios de análise, atribuindo pesos de relevância aos subcritérios correspondentes para cada grupo. O peso de cada subcritério deve ser avaliado em relação aos demais sub-critérios do grupo do critério principal analisado, considerando os objetivos e necessidades do projeto a ser executado com a ferramenta.

Para os valores de Relevância das Categorias de Ferramentas de Análise de Tráfego, a serem colocados na **coluna 3**: os mesmos são fornecidos nas tabelas apresentadas na Relevância das Categorias de Ferramentas de Análise de Tráfego do Método USDOT, mencionadas anteriormente, com exceção para o critério ESCOPO GEOGRÁFICO. Este critério requer a colocação desses valores pelo usuário, utilizando o CONTEXTO DE ANÁLISE do seu projeto e os fatores de relevância apresentados pelo Método USDOT na tabela ESCOPO GEOGRÁFICO, demonstrada a seguir. Os símbolos da legenda desta tabela correspondem aos da tabela anterior, e para cada círculo sólido, deve-se assumir o valor 10, para cada símbolo nulo, o valor 5, para cada círculo vazio, o valor 0 e para cada “não aplicável” (N/A) , o valor de -99. No Anexo B deste trabalho, encontram-se as tabelas correspondentes aos demais critérios de análise, com a respectiva lista de sub-critérios e sua avaliação pelo Método USDOT em relação às características e capacidades gerais de cada categoria de ferramenta na execução das tarefas requisitadas.

Tabela 6.2 – Relevância das Categorias de Ferramentas de Análise de Tráfego em Relação à “ÁREA DE ESTUDO/ ESCOPO GEOGRÁFICO” - Método USDOT (USDOT,2004)

CONTEXTO DE ANÁLISE / ESCOPO GEOGRÁFICO	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
PLANEJAMENTO							
INTERSEÇÃO ISOLADA OU TREVO	○	○	●	∅	○	○	○
TRECHO DE VIA	●	○	●	●	●	●	●
CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA	∅	●	○	○	∅	∅	∅
ÁREA OU REGIÃO	∅	●	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PROJETO							
INTERSEÇÃO ISOLADA OU TREVO	N/A	N/A	●	●	●	∅	●
TRECHO DE VIA	N/A	○	●	∅	●	●	●
CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA	N/A	∅	○	○	●	●	●
ÁREA OU REGIÃO	N/A	∅	N/A	N/A	○	○	∅
OPERAÇÃO/ CONSTRUÇÃO							
INTERSEÇÃO ISOLADA OU TREVO	N/A	N/A	●	●	●	∅	●
TRECHO DE VIA	∅	○	●	●	●	●	●
CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA	N/A	∅	○	∅	●	●	●
ÁREA OU REGIÃO	N/A	∅	N/A	N/A	∅	○	∅

3. Multiplicar colunas 2 e colunas 3 para o critério CONTEXTO DE ANÁLISE e cada subcritério; entrar com os produtos na célula apropriada na coluna 4. Somar os valores de cada categoria de ferramenta na coluna 4 e colocar o resultado na linha de Subtotal da coluna 4.

4. Para o contexto de análise e cada critério, contar o número de pesos de relevância da coluna 2 que são maiores que 0 e colocar o valor na célula “Pesos de Relevância acima de 0”.

5. Calcular a proporcionalidade dos critérios, dividindo os valores das linhas de Subtotal pelo número contido na célula de “Pesos de Relevância acima de 0”. Entrar com o valor na linha Subtotal Ponderado (*Weighted Subtotal*), para cada sub-critério. Agrupar os valores de Subtotais Ponderados (*Weighted Subtotal*), copiando seus valores, para o contexto de análise e os sete critérios, das suas respectivas linhas para a **coluna 7** da tabela (Figura 6.3).

COLUNA 1	COL 2	COLUNA 3							COLUNA 4							
CRITÉRIO	RELEVÂNCIA DO CONTEXTO	RELEVÂNCIA DA CATEGORIA DA FERRAMENTA							Coluna 2 x Coluna 3							
		FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	
CONTEXTO E CRITÉRIOS DE ANÁLISE (USDOT)																
0	CONTEXTO DE ANÁLISE (0= Não relevante, 5= mais relevante)	CARACTERÍSTICAS DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS NO ATENDIMENTO AO SUB-CRITÉRIOS DE ANÁLISE (USDOT)														
	PLANEJAMENTO	10	10	5	0	5	5	0								
	PROJETO	-99	5	10	10	10	10	10								
	OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO	5	0	10	10	10	10	10								
	Subtotal (1)															
	SUB-CRITÉRIOS DE ANÁLISE (P/ CONTEXTO E CADA CRITÉRIO) (USDOT)	RELEVÂNCIA CONTEXTO ACIMA DE 0 (2)							SUBTOTAL DOS PESOS [(1)/(2)]							
	AVALIAÇÃO DE CADA SUB-CRITÉRIO (PELO USUARIO)								SUBTOTAL PONDERADO A TRANSPORTAR (COLUNA 7)							

Figura 6.3: Preenchimento da Tabela da Etapa 1 Método USDOT

6. Revisão dos Subtotais Ponderados (*Weighted Subtotal*), coluna 7, para cada critério e categoria de ferramenta, com foco particular nos valores negativos. Para cada valor de critério negativo, identificar a sua origem (coluna 4) e verificar a relevância do sub-critério na coluna 2. Fazer ajustes conforme necessário para os valores de relevância dos sub-critérios baseados nos objetivos do projeto, prioridades, necessidades e assuntos.

7. Atribuir pesos de relevância aos critérios na **coluna 6**. A primeira atribuição de pesos foi aplicada a cada sub-critério dentro da sua categoria principal de critério. Esta etapa envolve atribuir pesos para cada uma das categorias de critérios, comparados entre si, com base nos objetivos do projeto, prioridades, necessidades e assuntos, tanto para o contexto de análise como para cada um dos setes critérios. Os pesos apropriados, a serem atribuídos, abrangem de 0 (não relevante) até 5 (mais relevante). Para a atribuição de pesos iguais para cada critério e o contexto analítico, aplicar um peso 5 para todos. Para cada contexto e critério, multiplicar o valor da coluna 6 por cada sub-coluna da coluna 7 e entrar com o resultado na célula própria da **coluna 8** (Figura 6.4).

COLUNA 5	col 6	coluna 7						coluna 8						
CONTEXTO E CRITÉRIOS DE ANÁLISE (USDOT) CRITÉRIO ↓ AVALIAÇÃO DE CADA CRITÉRIO (PELO USUARIO)	RELEVÂNCIA DOS CRITÉRIOS	SUBTOTAL DOS PESOS						Coluna 6 x Coluna 7						
		FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS
0 CONTEXTO DE ANÁLISE														
1 ESCOPO GEOGRÁFICO														
2 TIPO DE FACILIDADE														
3 MEIO DE TRANSPORTE														
4 ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/														
5 REAÇÃO (RESPOSTA) DOS														
6 MEDIDAS DE DESEMPENHO														
7 CUSTO EFETIVO DA FERRAMENTA														
		SUB-TOTAIS PONDERADOS												
		TOTALS DOS PESOS												
		CATEGORIAS DE FERRAMENTAS MAIS APROPRIADAS												

Figura 6.4: Preenchimento da Tabela da Etapa 1 Método USDOT, Parte Final

8. Determinar a melhor categoria de ferramenta. Somar os produtos da multiplicação para cada categoria de ferramenta da coluna 8 e entrar com os valores na linha “Total dos Pesos” no final da tabela. As categorias de ferramentas com os mais altos totais baseados neste processo matemático são as mais apropriadas ferramentas para a tarefa.

O Método USDOT recomenda selecionar as duas mais altas categorias de ferramentas para consideração mais apurada, principalmente se os escores obtidos

têm valor próximo, sendo que as categorias de ferramentas com escores finais menores que “0” (zero) não deverão ser consideradas.

Outros comentários do Método USDOT :

- Poderá ser identificado que apenas uma categoria de ferramenta específica não seja capaz de atender todas as necessidades do projeto, ou também que múltiplas ferramentas podem ser necessárias para conduzir um estudo em particular, da mesma categoria de ferramenta ou não.

- Cada um dos sub-critérios com fatores de alta relevância e baixos escores na coluna 4 deverão ser verificados para determinar se poderá ser superada essa insuficiência em particular da categoria de ferramenta.

A tabela completa dessa Etapa 1, proposta pelo Método USDOT, encontra-se no Anexo C deste trabalho.

6.4.2 Etapa 2: Seleção da ferramenta específica

Conforme o Método USDOT, a partir da identificação da categoria mais apropriada de ferramenta para o trabalho a ser desenvolvido, o usuário deve prosseguir na análise, para as ferramentas disponíveis naquela categoria identificada. Para esta análise, também é utilizada uma tabela, similar àquela da Etapa 1, para auxiliar aos usuários na identificação do que é importante considerar na seleção de uma ferramenta específica. As instruções do Método USDOT para a utilização desta tabela da Etapa 2 do seu método são apresentadas na seqüência:

1. Preencher o nome da ferramenta (software), incluindo o número da sua versão ou data de lançamento, para identificação.

2. Atribuir pesos de relevância aos sub-critérios na coluna 2. Os sub-critérios listados nesta tabela são versões expandidas daqueles listados na tabela anterior, com a adição de um campo de “outros” para a eventual necessidade de consideração de algum sub-critério não incluído. Atribuir pesos altos para sub-critérios prioritários na análise dentro de cada critério em particular. Os valores dos pesos devem obedecer à mesma variação: de 0 (não relevante) até 5 (mais relevante).

3. Atribuir valores de relevância para a ferramenta na coluna 3. Os fatores de relevância apresentados nas tabelas Relevância das Categorias de Ferramentas de Análise de Tráfego do Método USDOT são avaliações gerais de cada categoria de

ferramentas. Baseado em revisão de literatura, especificações dos produtos, ou entrevistas comerciais, deve ser avaliada a relevância da ferramenta em questão comparada aos critérios apresentados nesta tabela. Os valores colocados na coluna 3 devem alcançar valores de 0 (não realizado pela ferramenta) até 5 (amplamente realizado pela ferramenta). Multiplicar colunas 2 e 3, para cada sub-critério, e entrar com os mesmos na **coluna 4**.

4. Somar os valores da coluna 4 para cada categoria de critério e colocar o total na linha de sub-total para cada critério.

5. Para cada critério, contar o número de pesos de relevância dos sub-critérios na coluna 2 que são maiores que 0 e entrar com o número na célula “Pesos de relevância acima de 0”.

6. Calcular as proporções (*ratings*) ajustadas. Dividir o valor na linha de sub-total pelo valor de “Pesos de relevância acima de 0” e entrar com o valor na linha Subtotal Ponderado (*Weighted Subtotal*). Repetir o processo para cada critério.

7. Agrupar os subtotais dos pesos: para cada critério, copiando o subtotal dos pesos da linha respectiva para a **coluna 8** (final da tabela).

8. Atribuir pesos de relevância aos critérios. Do passo 1 ao passo 7, o cenário de balanceamento dos pesos foi aplicado para os sub-critérios dentro de cada categoria principal de critérios. Esta etapa envolve o balanceamento das categorias principais, umas em relação às outras. Isto deverá ser baseado nos objetivos do projeto, suas prioridades e necessidades. Para cada um dos sete critérios, atribuir os pesos apropriados, de 0 (não relevante) a 5 (mais relevante). Multiplicar coluna 7 pela coluna 8 (coluna 9).

9. Determinar o escore total da ferramenta. Somar a coluna 9 e colocar o resultado na célula de Escore Total.

A tabela proposta pelo Método USDOT referente à esta etapa encontra-se no Anexo D deste trabalho.

Observa o Método USDOT que este processo deverá ser repetido para todas as ferramentas (softwares) a serem analisadas, lembrando que devem permanecer constantes para todas as ferramentas os critérios do usuário e os pesos de relevância dos sub-critérios. O Método USDOT recomenda a verificação do maior número possível de ferramentas de cada categoria selecionada para seleção da

melhor ferramenta para o projeto, com a comparação dos escores totais de todas as ferramentas em revisão.

6.5 Conclusões a respeito do Método USDOT

Ao se verificar os quesitos previstos no Método USDOT para seleção de ferramentas para análise do tráfego (softwares), dentro dos seus critérios principais e sub-critérios, nota-se que a análise proposta é abrangente no que se refere aos desmembramentos dos requisitos para estudos e projetos viários e de transporte.

O Método USDOT foi desenvolvido dentro de parâmetros de uma realidade viária e operacional de tráfego para os padrões americanos vigentes. No entanto, observa-se que muitos dos quesitos de análise apontados para verificação neste método ainda não fazem parte da realidade de tráfego da grande maioria das cidades ou rodovias brasileiras.

Numa primeira análise, sem um levantamento mais apurado, já pode ser notado que este método não caberia integralmente para a seleção de ferramentas de análise de tráfego (softwares) dentro dos padrões e realidade brasileiros. Para a tarefa que se propõe este trabalho, a utilização de ferramentas (softwares) para o ensino, a metodologia para sua seleção ainda deve ser moldada segundo os objetivos específicos do ensino, além da sua adaptação aos padrões brasileiros.

7 O MÉTODO DE TRABALHO

7.1 Introdução

O método do USDOT (2004), tomado como base para este trabalho e demonstrado no capítulo anterior, propõe critérios e dentro destes, diversos sub-critérios para análise de tarefas e projetos de Engenharia de Tráfego.

Ao se considerar a utilização deste método para aplicação na seleção de softwares para o ensino, pode se notar que muitos dos quesitos componentes das questões principais do Método USDOT não estão presentes e outros ainda nem sempre são freqüentes e relevantes no ensino de tópicos da disciplina Engenharia de Tráfego nas universidades brasileiras. Desta forma, este método não se encontra ajustado para a seleção de softwares direcionados ao ensino desta disciplina. Ao se considerar a relevância ou importância de cada um dos quesitos a serem considerados para esta tarefa – ensino de Engenharia de Tráfego – é essencial o referendo dos professores da disciplina, para adequação aos seus objetivos e conteúdo didático da Engenharia de Tráfego.

7.2 Etapas do trabalho

Com a finalidade de apurar, para o ensino de Engenharia de Tráfego, nas universidades brasileiras, o que realmente seria importante considerar num processo de avaliação e escolha de softwares, torna-se necessário pesquisar junto aos professores da área a identificação destes parâmetros, para formação desta metodologia, para ser adequada a um padrão brasileiro de ensino.

A etapa de partida, portanto, para a construção dessa Metodologia para Escolha de Softwares no Ensino de Engenharia de Tráfego, doravante referida com a sigla MESET, é a realização de pesquisa com professores de Engenharia de Tráfego. Após a obtenção dos dados nesta pesquisa, o seu tratamento, consolidação e análise compõem as etapas subseqüentes, necessárias para a construção do formulário, com o conjunto de quesitos a serem considerados como quesitos adequados para esta metodologia, a MESET. Com o formulário finalmente definido, restará estabelecer a rotina de sua aplicação.

Estas etapas de trabalho e as tarefas que cada uma destas etapas demanda, encontram-se listadas a seguir, pela ordem de sua execução.

7.2.1 Pesquisa com professores de Engenharia de Tráfego

Esta etapa compreende a execução de uma pesquisa, junto aos professores de Engenharia de Tráfego de universidades brasileiras, solicitando uma avaliação, relativa à maior ou menor importância no ensino da disciplina para vários itens, relacionados e agrupados em questões principais.

O desenvolvimento desta pesquisa prevê as seguintes tarefas:

1) Montagem do formulário a ser aplicado na pesquisa: Conforme pode ser verificado na descrição do Método USDOT, os seus critérios e respectivos sub-critérios utilizados para a análise na escolha de categorias de ferramentas são bastante abrangentes, portanto, para a montagem deste formulário prevê-se sua utilização como base.

2) Levantamento dos professores a serem pesquisados: Os professores da disciplina de Engenharia de Tráfego das universidades brasileiras constituem o público-alvo, desta pesquisa, uma vez que o objetivo deste trabalho pretende contemplar o ensino. A identificação e localização desses professores podem ser efetuadas através das universidades, agências e órgãos de pesquisa em tráfego e transporte.

3) Entrega dos formulários: a execução desta tarefa pode ser efetuada na forma de correspondência eletrônica ou entrevista pessoal.

4) Recepção dos formulários respondidos: assim como a entrega, a recepção das respostas, também pode ser efetuada na forma de correspondência eletrônica ou entrevista pessoal.

Após o recebimento dos questionários respondidos pelos professores, com sua avaliação para os itens – quesitos - perguntados, os resultados obtidos dessas devem ser consolidados e tratados.

Para análise dos resultados, é preciso também estabelecer critérios a serem adotados para finalmente definir, em função desses resultados obtidos, quais os quesitos de análise foram avaliados como importantes no ensino de ET. Esta análise

irá decidir a inclusão ou não de cada parâmetro questionado aos professores na MESET.

7.2.2 Construção da MESET – Metodologia para Escolha de softwares no ensino da Engenharia de Tráfego

Para a construção da MESET, são previstas duas etapas: a primeira constitui a DEFINIÇÃO DE UM FORMULÁRIO, e, na seqüência, o estabelecimento de uma ROTINA DE PROCEDIMENTOS para compor esta metodologia.

Com base nos resultados obtidos na pesquisa junto aos professores de Engenharia de Tráfego, com os quesitos a serem analisados na escolha de softwares para uso no ensino de Engenharia de Tráfego a Etapa 1 compreende a construção do formulário a ser utilizado, com os parâmetros já definidos.

Com o formulário finalizado, definem-se os procedimentos da rotina de aplicação da MESET, referentes aos critérios de avaliação e etapas a serem desenvolvidas no processo de seleção das ferramentas computacionais para o ensino de Engenharia de Tráfego.

7.2.3 Aplicação da MESET a um estudo de caso: software Synhcro/SimTraffic

Para o estudo de caso relatado no Capítulo 5, A aplicação do software Synhcro/SimTraffic, aplica-se a MESET para avaliação desta ferramenta.

8 A PESQUISA COM OS PROFESSORES DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO

8.1 Desenvolvimento da pesquisa

O desenvolvimento desta pesquisa, junto aos docentes da disciplina, compreendeu as seguintes tarefas: a montagem do formulário a ser aplicado na pesquisa, o levantamento dos professores a serem pesquisados, a entrega e recepção dos formulários com as questões.

8.1.1 Montagem do formulário aplicado na pesquisa

Foi aplicado um questionário formatado como planilha eletrônica, que deveria ser preenchida pelos entrevistados na própria planilha.

Este questionário foi baseado na tabela Escolha de Categoria de Ferramenta do Método USDOT, com suas perguntas principais correspondendo aos critérios principais desse método, redigidas com um questionamento direcionado ao ensino da disciplina.

Foi solicitado aos professores para avaliar, dentro de cada uma dessas perguntas principais, a relevância para o ensino da disciplina dos itens (quesitos) que a compõem (denominados de sub-critérios pelo Método USDOT), e listados nas linhas dessa planilha do questionário aplicado.

O critério de avaliação proposto aos professores foi o mesmo intervalo de pontuação de referência proposto no Método USDOT, ou seja, variando de 0 (zero) para itens não relevantes para o ensino até 5 (cinco) para itens muito relevantes para o ensino, na coluna correspondente. Nas últimas linhas dessa tabela foram ainda providos espaços para colher eventuais comentários dos pesquisados em relação aos quesitos propostos. No Anexo E encontra-se o questionário aplicado.

8.1.2 Levantamento dos Professores a serem pesquisados

A primeira grande dificuldade para a coleta destes dados foi referente à identificação de nomes de professores da área de Engenharia de Tráfego, para envio e aplicação desse questionário.

Esse levantamento de professores a serem consultados foi efetuado das seguintes maneiras:

1) Na listagem geral de nomes da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino de Transportes - ANPET, disponível eletronicamente na sítio eletrônico daquele órgão. Constituiu o ponto de partida, para posterior busca na identificação da atividade específica dos nomes listados.

2) Levantamento dos nomes dos autores de trabalhos apresentados nos congressos da ANPET dos últimos três anos, disponíveis em seus Anais; foram relacionados os autores, cujo teor dos trabalhos abrangesse assuntos da área de Engenharia de Tráfego.

3) Na página eletrônica do CNPq, na plataforma currículo LATTES, utilizando seu sistema de busca e procurando nomes com áreas de pesquisa relacionadas ao tema Engenharia de Tráfego. A partir daí, para os nomes apontados, eram procuradas atividades didáticas na área. Desta forma foram pesquisados cerca de quarenta pesquisadores, dos quais a maioria já havia sido identificada pelos trabalhos apresentados em congressos da ANPET. Observa-se que alguns cadastros de e-mails encontravam-se desatualizados.

4) Páginas eletrônicas das universidades brasileiras que disponibilizam o curso de graduação em “Engenharia Civil”, identificadas a partir do Portal SiedSup – IES, Cadastro de Instituições do Ensino Superior, do Ministério da Educação (disponível em <<http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/>>, acesso em 02/04/2006). Por este caminho foi dada ênfase na busca de nomes de professores das universidades não públicas, uma vez que os já identificados, em quase sua maioria referiam-se a docentes de universidades estaduais e federais. Foram verificadas cerca de cinquenta páginas eletrônicas de universidades com cursos de Engenharia Civil, porém, não foi obtido sucesso, uma vez que a maioria dessas universidades pesquisadas não associa os nomes dos docentes com as disciplinas ministradas e não apresenta o nome de seus professores. Foi efetuada ainda tentativa de correspondência eletrônica – através de e-mail - com a administração dessas universidades, para apuração do nome e endereço eletrônico de seus professores da área de Engenharia de Tráfego, porém, para 10 (dez) solicitações, foi obtido o retorno de apenas duas.

5) Através da indicação dos próprios professores consultados. Quando o professor pesquisado não era da área de Engenharia de Tráfego, em alguns casos, houve um retorno com a indicação de nomes de colegas professores da área, alguns deles ainda não identificados pelas formas descritas anteriores.

O total de questionários enviados compreendeu 118 (cento e dezoito) profissionais relacionados à área da pesquisa.

8.1.3 Entrega e Recepção da Pesquisa

Para a aplicação da pesquisa, foi enviado por “e-mail” o questionário descrito, acompanhado de uma mensagem explicativa acerca dos objetivos de sua realização, para os endereços eletrônicos dos nomes identificados. Nesta mensagem, além de proposto um prazo para o seu retorno, estava solicitado também o retorno da mensagem, na possibilidade do não-enquadramento do entrevistado na condição de professor da área de Engenharia de Tráfego. No Anexo F encontra-se a mensagem enviada aos professores.

Pode ser avaliado o desafio da formulação de pesquisas desse tipo pelo relativo baixo retorno recebido. Outra grande dificuldade notada é a não-atualização de endereços eletrônicos. Por outro lado, nas respostas recebidas houve demonstração de grande interesse dos professores pelo resultado dessa pesquisa, assim como sugestões de nomes de outros professores e também relativas a quesitos não constantes do questionário para inclusão de avaliação. Para o total de 118 (cento e dezoito) questionários enviados, houve o seguinte retorno, conforme Figura 8.1.

Retorno da Pesquisa com Professores

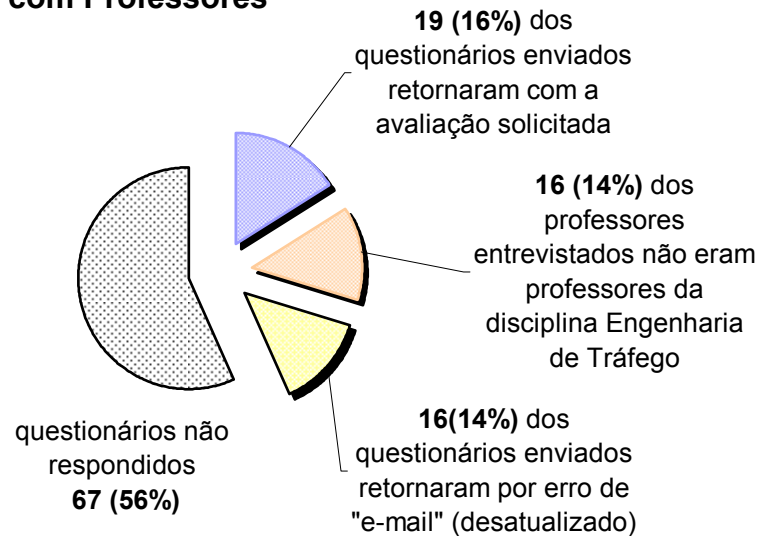


Figura 8.1: Retorno da Pesquisa com Professores de Engenharia de Tráfego

8.2 Consolidação, tratamento e análise dos dados recebidos.

Os questionários recebidos com as respostas preenchidas nas planilhas enviadas aos professores foram sintetizados em uma única planilha e tratados de forma a se obter:

- a avaliação atribuída a cada quesito individualmente por todos os professores, para possibilitar a sua verificação, quando necessário, inclusive quanto à sua homogeneidade;
- a média do grau de avaliação atribuído pelos professores entrevistados para cada quesito ou item das perguntas principais.

Na próxima seção deste trabalho, junto com a análise das respostas obtidas, encontra-se o valor médio de avaliação, referentes às respostas dos professores e calculado para cada um dos quesitos perguntados.

8.2.1 Análise dos resultados e definição dos parâmetros

Numa análise rigorosa, todos os quesitos que representassem alguma importância para o ensino deveriam constar da MESET. No entanto, como o objetivo desta pesquisa com os professores foi o de estabelecer referenciais de importância para o ensino de ENGENHARIA DE TRÁFEGO, foi adotado um critério para

exclusão, dentre todos os quesitos inicialmente perguntados, aqueles avaliados como sendo de menor importância pelos professores.

Este critério foi efetuado com a finalidade de que a MESET proporcione a maior simplificação e objetividade possível na realização da tarefa. Portanto, face aos resultados obtidos na pesquisa com os professores de Engenharia de Tráfego, os parâmetros finais para compor a MESET foram apurados da seguinte forma:

- os quesitos (itens das perguntas principais) cuja média de avaliação obteve o grau 3 ou superior foram mantidos, uma vez que na abrangência da avaliação – de 0 a 5, a referência do grau 3 já coloca o quesito com importância relativa de média para maior;

- a correspondência entre a graduação numérica proposta para o grau de avaliação e os Níveis de importância para o ensino do quesito, para a disciplina está demonstrada no Quadro 8.1.

Quadro 8.1. Níveis de Importância dos Quesitos na Avaliação do Ensino

NÍVEIS DE IMPORTÂNCIA PARA O ENSINO A SEREM ATRIBUÍDOS:	GRAU DE AVALIAÇÃO
ESTE QUESITO É <u>ESSENCIAL/ IMPRESCINDIVEL</u> (P/O ENSINO DO TÓPICO OU ASSUNTO DA DISCIPLINA)	5
ESTE QUESITO É <u>IMPORTANTE</u> (P/O ENSINO DO TÓPICO OU ASSUNTO DA DISCIPLINA)	4
ESTE QUESITO É <u>ABORDADO COM FREQUÊNCIA</u> (P/O ENSINO DO TÓPICO OU ASSUNTO DA DISCIPLINA)	3
ESTE QUESITO É <u>POUCO UTILIZADO</u> (P/O ENSINO DO TÓPICO OU ASSUNTO DA DISCIPLINA)	2
ESTE QUESITO É <u>RARAMENTE ABORDADO</u> (P/O ENSINO DO TÓPICO OU ASSUNTO DA DISCIPLINA)	1
ESTE QUESITO <u>NÃO É MENCIONADO</u> (P/O ENSINO DO TÓPICO OU ASSUNTO DA DISCIPLINA)	0

8.2.2 Análises dos resultados dos grupos principais de questões e seus quesitos

Para cada grupo de pergunta principal formulada, totalizando nove grupos de questões, cada uma delas com seus respectivos quesitos, segue a representação da sua avaliação média obtida, nas figuras correspondentes abaixo. Os valores

médios apontados constituem a média simples das avaliações obtidas na pesquisa com os professores, para cada quesito. A análise desses resultados, para definição quanto à sua permanência ou exclusão, foi efetuada conforme o critério exposto.

8.2.2.1 Questão 1: Qual o Contexto de Análise mais explorado no ensino

As médias das respostas para os quesitos desta questão encontram-se representadas na Figura 8.2. Face aos resultados obtidos foram mantidos os três itens previstos para o “Critério de Análise” a ser explorado no ensino: planejamento, projeto, operação/construção.

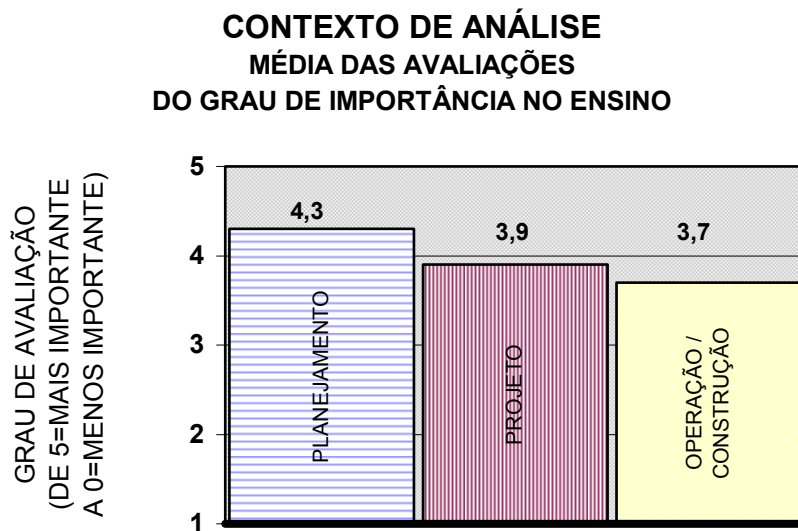


Figura 8.2: Contexto de Análise: Média das avaliações dos seus quesitos

8.2.2.2 Questão 2 : De modo geral, qual o Ambiente Geográfico mais estudado

Neste grupo, o ambiente trevo foi o único item que apresentou média de avaliação inferior ao grau 3 para o ensino em relação aos ambientes geográficos analisados.

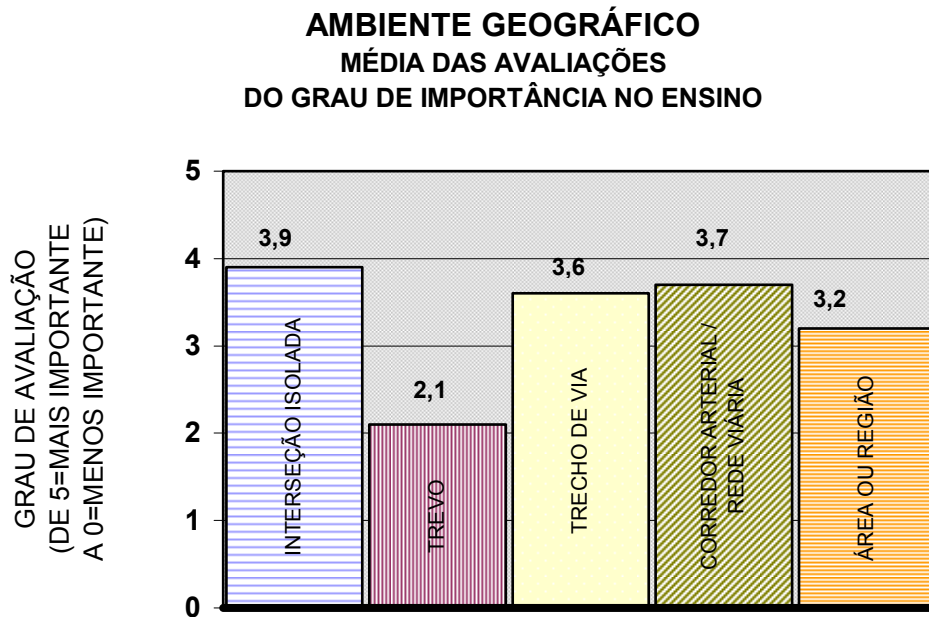


Figura 8.3: Ambiente Geográfico: Média das avaliações dos seus quesitos

8.2.2.3 Questão 3 : Qual o Tipo de Facilidade de Transporte mais estudada

Segundo o critério de análise adotado e as avaliações atribuídas pelos professores entrevistados, apenas alguns dos tipos de facilidades listados como quesitos podem ser considerados como importantes ou relevantes no ensino da disciplina Engenharia de Tráfego: interseção isolada, rotatória, via arterial, estradas e rodovias.

**TIPO DE FACILIDADES DE TRANSPORTE
MÉDIA DAS AVALIAÇÕES
DO GRAU DE IMPORTÂNCIA NO ENSINO**

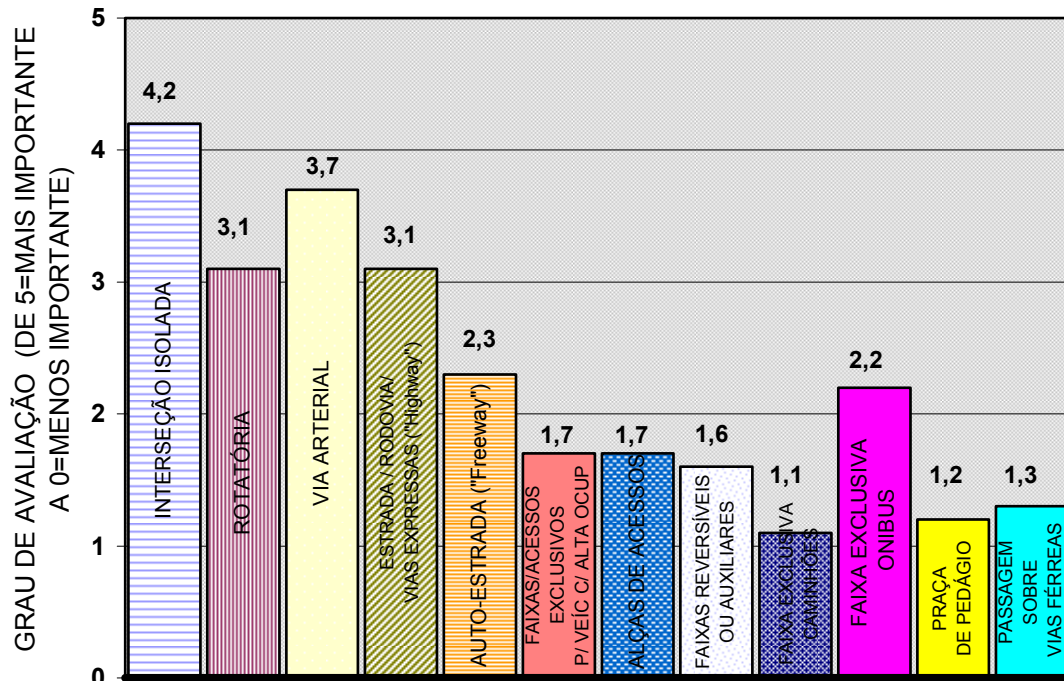


Figura 8.4: Facilidades de Transporte: Média das avaliações dos seus quesitos

8.2.2.4 Questão 4: Qual o Meio de Transporte com maior enfoque no ensino

Os itens relativos aos meios de transporte: veículos com alta ocupação, trem, motocicleta e bicicleta, obtiveram grau médio de avaliação inferior a “3”, no alcance da importância para o ensino da disciplina.

Cabe observar, quanto a este critério, que o MÉTODO USDOT utilizou a definição do HCM 2000. Os meios de transportes denominados nesta pesquisa como “veículos de baixa ocupação” e “veículos com alta ocupação”, correspondem respectivamente às siglas traduzidas do MÉTODO USDOT para SOV (*Single Occupancy Vehicle*) e HOV (*High Occupancy Vehicle*). Na definição do HCM 2000, “SOV” são veículos em que seu motorista é o único ocupante e “HOV” são veículos com um número mínimo definido de ocupantes (maior do que um), incluindo táxis, vans, e até ônibus, embora o ônibus propriamente dito para transporte coletivo

esteja separado como um outro meio de transporte neste critério do MÉTODO USDOT.

Para adaptação destes itens o mais próximo possível à realidade brasileira, tanto no que se refere à abordagem teórica quanto à prática e operação atual do tráfego no Brasil, optou-se por considerar os veículos com baixa ocupação como veículos de passeio em geral, e os veículos com alta ocupação, como veículos fretados.

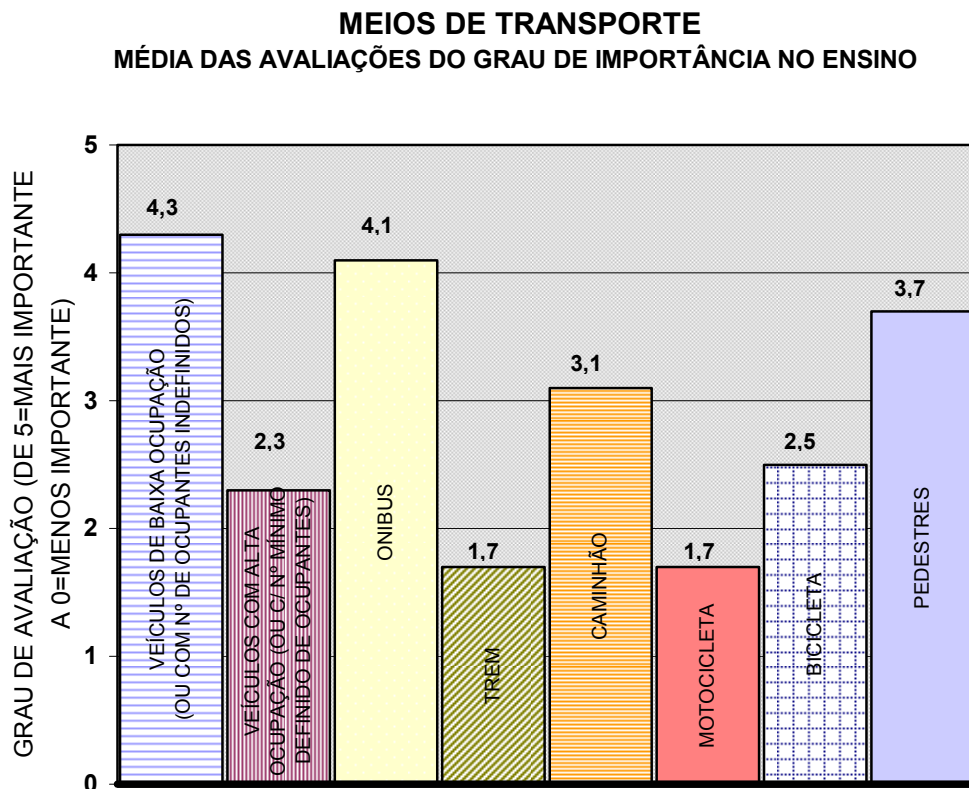


Figura 8.5: Meios de Transporte: Média das avaliações dos seus quesitos

8.2.2.5 Questão 5: No ensino, quais as aplicações de Controle e Gerenciamento do Tráfego mais comentadas

Para esta questão, poucos itens foram avaliados como importantes ou relevantes para o ensino. Um dos professores colocou a seguinte observação ao responder este questionário, com a qual pode ser até explicada esta média de avaliações para os quesitos dessa pergunta: *“estou avaliando pelo que realmente ocorre no ensino da disciplina e não pelo que deveria, talvez, ocorrer”*.

Dessa forma, tendo em vista os critérios adotados e observando ainda a alta complexidade de alguns tipos de aplicações e estratégias listadas, não abrangidas geralmente pelo conteúdo disciplinar da Engenharia de Tráfego nas universidades brasileiras, os itens com grau médio de avaliações inferior a 3 descartados na composição final dos quesitos de avaliação para a MESET encontram-se no Quadro 8.2:

Quadro 8.2: Critério Aplicações de Controle e Gerenciamento: Quesitos a excluir.

APLICAÇÕES DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO: AVALIAÇÃO C/ GRAU MÉDIO INFERIOR A "3"
GERENCIAMENTO DE AUTO-ESTRADAS
GERENCIAMENTO DE INCIDENTES
GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS
ÁREAS DE OBRAS
GERENCIAMENTO DE EVENTOS ESPECIAIS
SISTEMA AVANÇADO DE INFORMAÇÕES E COMUNICAÇÕES P/ USUÁRIOS
OPERAÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS
SISTEMA DE PAGAMENTO ELETRÔNICO
MONITORAMENTO DE CRUZAMENTOS COM LINHA FÉRREA
CONTROLE DAS CONDIÇÕES METEREOLÓGICAS

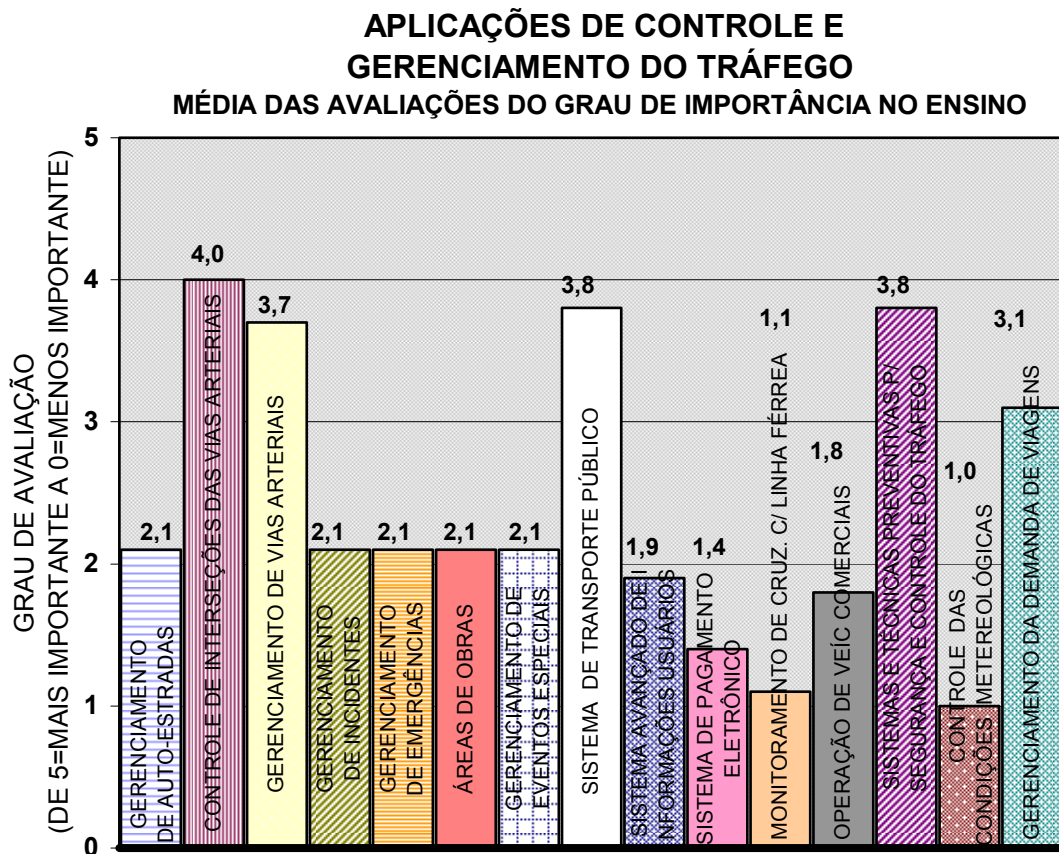


Figura 8.6: Aplicações de Controle e Gerenciamento do Tráfego: Média das avaliações dos seus quesitos

8.2.2.6 Questão 6: Considerando um novo projeto ou uma alteração do sistema viário, quais as Reações dos Usuários mais importantes para avaliação

Avaliados com grau médio superior a 3, permanecem todos os itens relacionados.

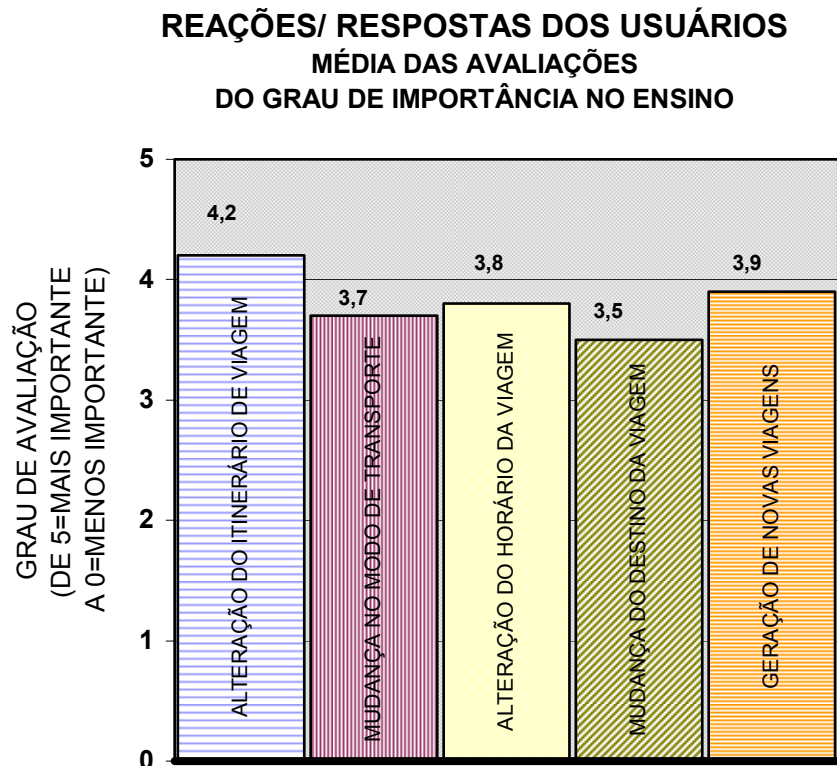


Figura 8.7: Reações/ Respostas dos Usuários: Média das avaliações dos seus quesitos

8.2.2.7 Questão 7: Quais as Medidas de Desempenho (performance) do tráfego mais importantes no ensino

Dos vinte e dois itens propostos para compor esta questão, apenas quatro deles não foram avaliados com grau médio igual ou acima de 3. São eles: a ocupação média de veículos, previsão do tempo de viagem, duração de incidentes, nível de ruído do tráfego.

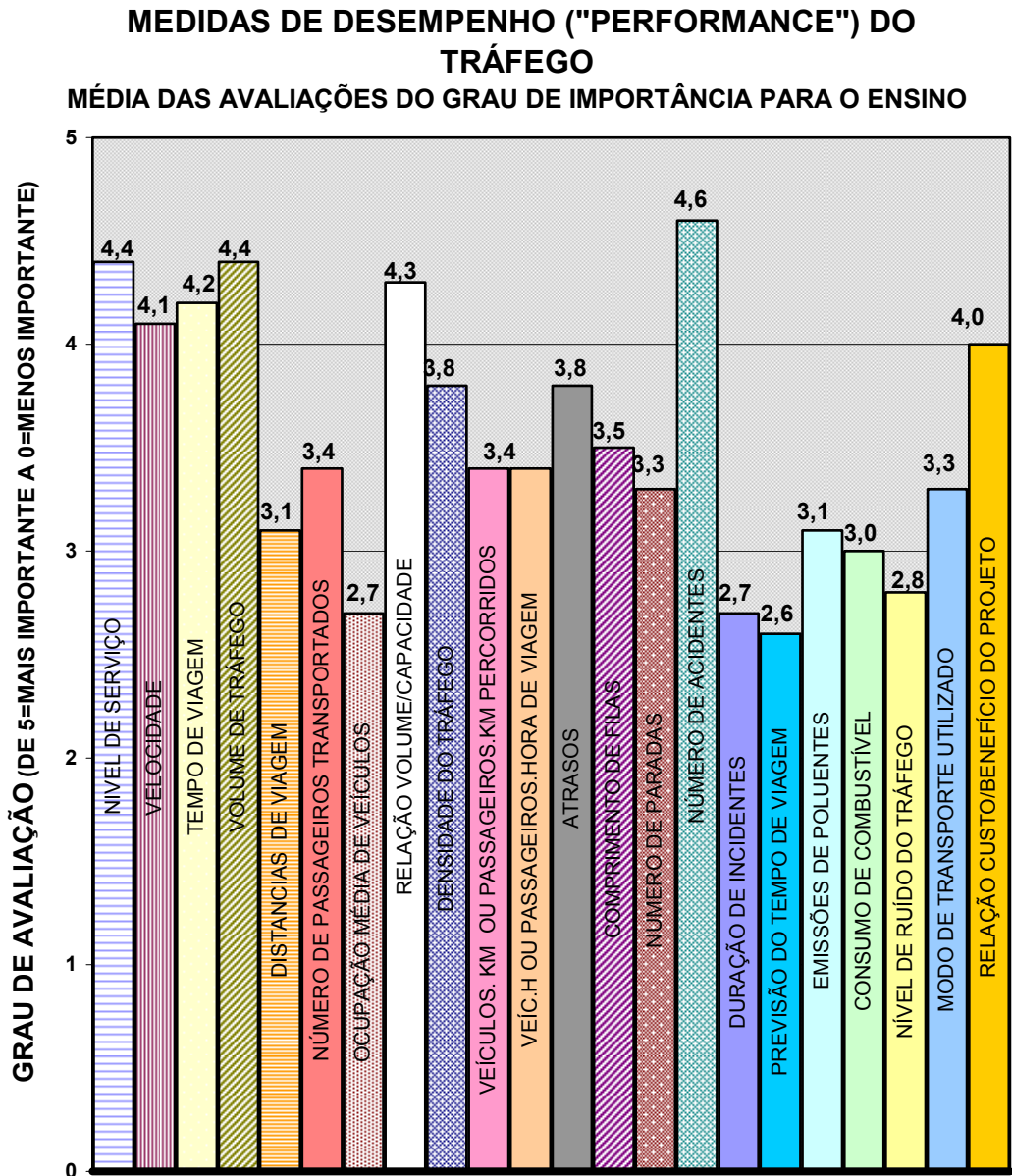


Figura 8.8: Medidas de Desempenho (Performance) do Tráfego: Média das avaliações dos seus quesitos

8.2.2.8 Questão 8 : O que é importante considerar na composição do Custo Efetivo (Real) de um software a ser utilizado no ensino

Apenas o quesito tempo de processamento não se enquadrou no critério adotado de grau médio de avaliação igual ou superior a 3, não sendo considerado, na média, como quesito de alta relevância, e portanto foi descartado para a composição da metodologia de avaliação a ser construída. Isto talvez possa ser

justificado pelo alto desempenho dos atuais equipamentos e não foi considerado significativo pelos professores pesquisados.

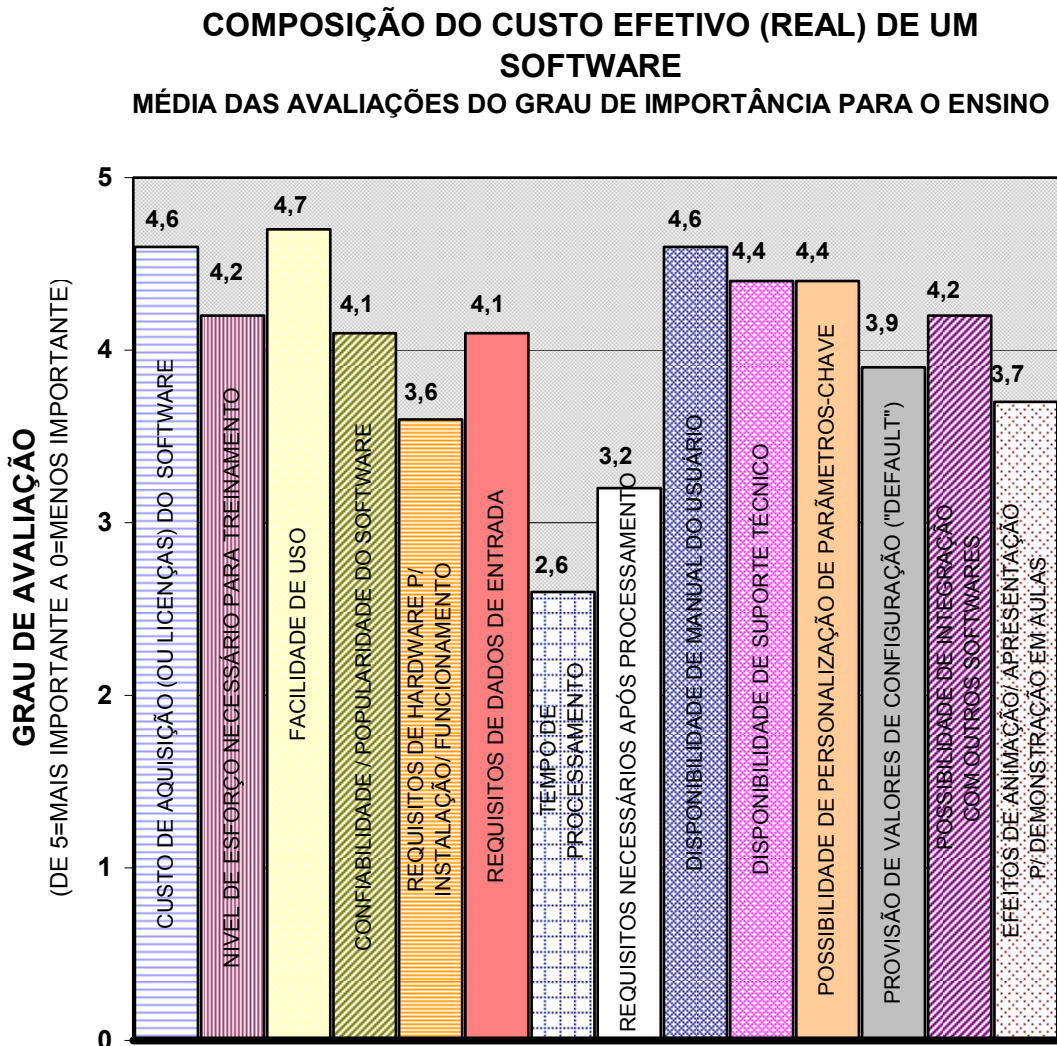


Figura 8.9: Composição do Custo Efetivo (Real) de um Software: Média das avaliações dos seus quesitos

8.2.2.9 Questão 9 : Atribuir a importância de cada critério em relação ao outro

Esta questão final verifica a avaliação da importância relativa entre as questões (critérios). Quando se solicita avaliar a importância dos critérios entre si, contidos nas questões numeradas de 1 a 8, no seu resultado pode ser observada a uniformidade entre a importância da relação recíproca atribuída a esses critérios, conforme a Figura 8.10, com ligeira ênfase para o grupo das Medidas de

Desempenho/Performance do Tráfego. Isto mostra a validade da consideração de todos esses critérios de análise.

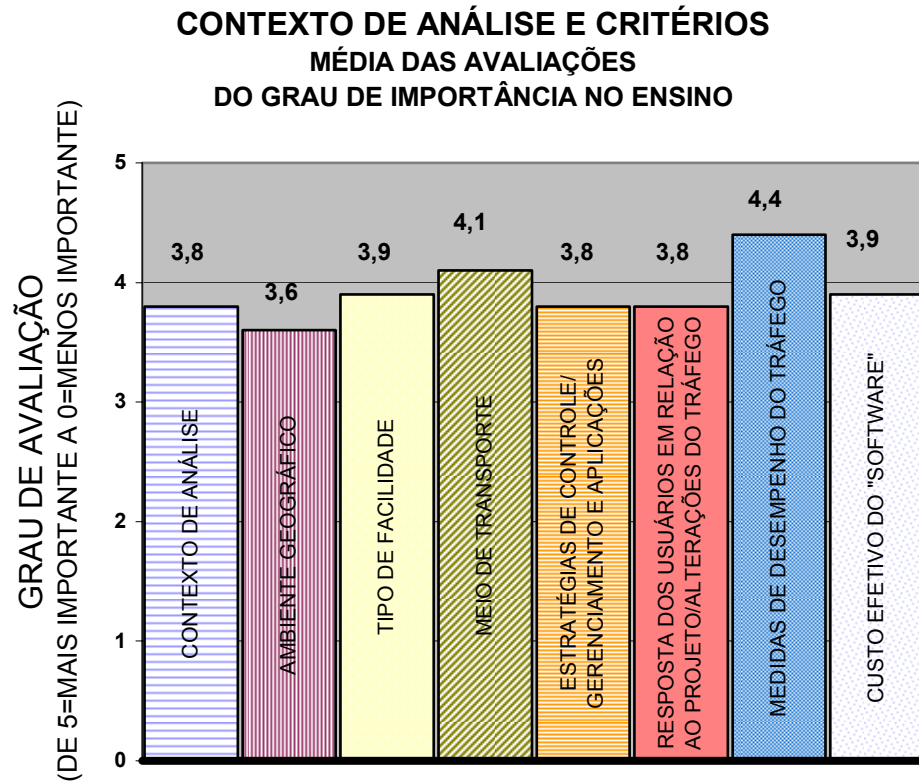


Figura 8.10.: Contexto de Análise e Critérios

8.3 Conclusão

Tendo em vista a avaliação dos professores de engenharia de tráfego para os quesitos (itens) de cada questão, obtida nesta pesquisa conforme demonstrado no decorrer deste capítulo, e as considerações a respeito da média adotada para confirmação da inclusão de cada quesito como quesito de avaliação na composição da MESET, os mesmos, portanto, serão identificados como os mais relevantes para o ensino de Engenharia de Tráfego.

9 METODOLOGIA PROPOSTA PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE TRÁFEGO NO ENSINO DA ENGENHARIA DE TRÁFEGO - MESET

9.1 Introdução

Conforme demonstrado no capítulo 5 deste trabalho, o Método USDOT, propõe critérios e dentro destes, diversos sub-critérios para a seleção de ferramentas para análise de Tráfego, sendo que o mesmo foi tomado como a base inicial para o desenvolvimento deste trabalho.

Foi comentado também, o fato do Método USDOT ter seus critérios de análise baseados no sistema de tráfego para os padrões norte-americanos, e que, o ensino de engenharia de tráfego também deveria ser analisado como tarefa a ser desenvolvida pelas ferramentas.

Desta forma, foi elaborada pesquisa junto aos professores da disciplina Engenharia de Tráfego, para apurar qual a relevância desses critérios, inicialmente previstos no Método USDOT, para a tarefa de aplicação de softwares ao ensino, relatada no capítulo 8 deste. Na medida em que cada um dos critérios e sub-critérios desta pesquisa foi objeto de análise, após o tratamento dos resultados obtidos, optou-se pela sua permanência ou não para a metodologia em construção, a MESET.

Observa-se que nos próprios conteúdos disciplinares de ENGENHARIA DE TRÁFEGO, pesquisados junto às universidades brasileiras referentes à ET pode ser encontrada a justificativa para a inclusão ou exclusão da maioria desses quesitos.

Neste capítulo, portanto, desenvolve-se a formatação da metodologia proposta, de acordo com os resultados obtidos no capítulo 8 deste trabalho.

9.2 Critérios de Avaliação e Pontuação dos quesitos para a MESET

Da mesma forma que no Método USDOT é proposto ao usuário avaliar no alcance de 0 a 5 cada um dos quesitos, em função da importância do mesmo em relação à sua tarefa ou projeto de tráfego, para a tarefa de ensino de ENGENHARIA DE TRÁFEGO, na MESET propõe-se este intervalo de avaliação.

No entanto, observa-se que o enfoque desta avaliação para a MESET encontra-se direcionado ao ensino do tópico da disciplina, para o qual será utilizada a aplicação do software a ser selecionado. No Quadro 8.1, Níveis de Importância dos Quesitos na Avaliação do Ensino, apresentado no capítulo 8, encontram-se descritos esses níveis para avaliação propostos. Dessa forma, a relevância de cada quesito a analisar, relaciona-se à ênfase dada na disciplina, ou no tópico da disciplina a ser ensinado, com auxílio do software a ser escolhido.

9.3 Formulário - MESET

Como a relevância ou importância de cada um dos quesitos a serem considerados para esta tarefa – ensino de Engenharia de Tráfego – teve o referendo dos professores da disciplina, considera-se que, desta forma, os mesmos estejam agora adequados aos objetivos e conteúdo didático da disciplina Engenharia de Tráfego.

Na Tabela 9.1, segue o formulário básico com os quesitos finais para avaliação de softwares a serem utilizados para o ensino, conforme os resultados finalizados no capítulo 8 deste trabalho. Este formulário é composto por questões principais, cada qual abrangendo diversos itens ou quesitos para avaliação.

Tabela 9.1- Formulário – MESET

FORMULÁRIO - MESET (ESCOLHA DE SOFTWARE- PARA ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO)		
QUESTÃO 1	QUAL O <u>CONTEXTO DE ANÁLISE</u> COMPREENDIDO PELO TÓPICO DA DISCIPLINA A SER DESENVOLVIDO COM O USO DO SOFTWARE	GRAU de Avaliação
	PLANEJAMENTO PROJETO OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO	
QUESTÃO 2	QUAL O AMBIENTE GEOGRÁFICO A SER ESTUDADO COM O SOFTWARE NO TÓPICO DA DISCIPLINA	GRAU de Avaliação
	INTERSEÇÃO ISOLADA TRECHO DE VIA CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA ÁREA OU REGIÃO	

Tabela 9.1 (continuação)

QUESTÃO 3	QUAL O TIPO DE FACILIDADE DE TRANSPORTE A SER ESTUDADA COM O SOFTWARE	GRAU de Avaliação
	INTERSEÇÃO ISOLADA ROTATÓRIA VIA ARTERIAL ESTRADA / RODOVIA/ VIAS EXPRESSAS ("Highway")	
QUESTÃO 4	QUAIS OS MEIOS DE TRANSPORTE MAIS IMPORTANTES RELACIONADOS AO ESTUDO DO TÓPICO DA DISCIPLINA A SER DESENVOLVIDO COM O SOFTWARE	GRAU de Avaliação
	VEÍCULOS EM GERAL ONIBUS CAMINHÃO PEDESTRE	
QUESTÃO 5	QUAIS AS APLICAÇÕES DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO MAIS IMPORTANTES A SEREM DESENVOLVIDAS OU AVALIADAS COM USO DO SOFTWARE	GRAU de Avaliação
	CONTROLE DE INTERSEÇÕES DAS VIAS ARTERIAIS VIAS ARTERIAIS SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO SISTEMAS/ TÉCNICAS PREVENTIVAS P/ SEGURANÇA E CONTROLE DO TRÁFEGO DEMANDA DE VIAGENS	
QUESTÃO 6	PARA OS ESTUDOS OU PROJETOS A SEREM DESENVOLVIDOS COM O USO DO SOFTWARE, QUAIS AS REAÇÕES DOS USUÁRIOS MAIS IMPORTANTES PARA AVALIAÇÃO	GRAU de Avaliação
	ALTERAÇÃO DO ITINERÁRIO DE VIAGEM MUDANÇA NO MODO DE TRANSPORTE ALTERAÇÃO DO HORÁRIO DA VIAGEM MUDANÇA DO DESTINO DA VIAGEM GERAÇÃO DE NOVAS VIAGENS	

Tabela 9.1 (continuação)

	QUAIS AS MEDIDAS DE DESEMPENHO ("PERFORMANCE") DO TRÁFEGO MAIS IMPORTANTES NO TÓPICO DA DISCIPLINA PARA SEREM DESENVOLVIDAS OU AVALIADAS COM O USO DO SOFTWARE	GRAU de Avaliação
QUESTÃO 7	<p style="text-align: center;"> NÍVEL DE SERVIÇO VELOCIDADE TEMPO DE VIAGEM VOLUME DE TRÁFEGO DISTANCIAS DE VIAGEM NÚMERO DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS RELAÇÃO VOLUME/CAPACIDADE DENSIDADE DO TRÁFEGO VEÍCULOS.KM OU PASSAGEIROS.KM PERCORRIDOS VEÍCULOS.HORA OU PASSAGEIROS.HORA DE VIAGEM ATRASOS COMPRIMENTO DE FILAS NUMERO DE PARADAS NÚMERO DE ACIDENTES EMISSÕES DE POLUENTES CONSUMO DE COMBUSTÍVEL MODO DE TRANSPORTE UTILIZADO RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO DO PROJETO </p>	
QUESTÃO 8	<p style="text-align: center;"> CUSTO EFETIVO: CONSIDERANDO A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FÍSICOS, HUMANOS E FINANCEIROS DISPONÍVEIS, ESTABELECEER PRIORIDADES DE REQUISITOS DO SOFTWARE A SER UTILIZADO </p> <p style="text-align: center;"> CUSTO DE AQUISIÇÃO (OU LICENÇAS) DO SOFTWARE NÍVEL DE ESFORÇO NECESSÁRIO PARA TREINAMENTO FACILIDADE DE USO CONFIABILIDADE / POPULARIDADE DO SOFTWARE REQUISITOS DE HARDWARE P/ INSTALAÇÃO/ FUNCIONAMENTO REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA REQUISITOS NECESSÁRIOS APÓS PROCESSAMENTO DISPONIBILIDADE DE MANUAL DO USUÁRIO DISPONIBILIDADE DE SUPORTE TÉCNICO POSSIBILIDADE DE PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO ("DEFAULT") POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO P/ DEMONSTRAÇÃO EM AULAS </p>	

Tabela 9.1 (continuação)

CONSIDERANDO AS QUESTÕES DE 1 A 7, RELATIVAS AO DESEMPENHO TÉCNICO DO SOFTWARE PARA O TÓPICO DA DISCIPLINA E A QUESTÃO DE ANÁLISE DE CUSTO DO SOFTWARE (QUESTÃO 8) ESTABELEÇA UM GRAU DE IMPORTANCIA ENTRE AS MESMAS

QUESTÃO 9	CONTEXTO/CRITÉRIO	GRAU de Avaliação
		CONTEXTO DE ANÁLISE COMPREENDIDO AMBIENTE GEOGRÁFICO A SER ESTUDADO TIPO DE FACILIDADE A SER ESTUDADA MEIOS DE TRANSPORTE MAIS IMPORTANTES ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/ GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO AO PROJETO/ALTERAÇÕES DO TRÁFEGO MEDIDAS DE DESEMPENHO DO TRÁFEGO A SEREM OBTIDAS CUSTO EFETIVO DO "SOFTWARE"

9.4 Etapas da Rotina de Procedimentos - MESET

No Método USDOT são propostas duas etapas para a seleção de ferramentas de análise de tráfego: na primeira é identificada a categoria da ferramenta (software) e na segunda etapa, são pesquisadas, dentro da categoria previamente selecionada, as ferramentas disponíveis naquela categoria, repetindo-se o processo de avaliação para cada uma das ferramentas (softwares) em específico.

Para a tarefa de ensino, na MESET propõe-se, igualmente, efetuar em duas etapas a seleção de softwares. Observa-se que, para situações nas quais já tenham sido utilizadas ferramentas de determinada categoria, em função dos objetivos e características a serem desenvolvidas, pode ocorrer que a etapa inicial de identificação desta categoria não seja necessária; ainda, determinados contextos de análise, ou tópicos mais específicos, já direcionam os usuários mais experientes para determinadas categorias de ferramentas.

9.4.1 Procedimento 1: Escolha da categoria da ferramenta

Para a escolha da categoria da ferramenta, é proposto utilizar uma tabela, composta pelo formulário apresentado na Tabela 9.1, com a adição de colunas para as categorias de ferramentas e sua avaliação (a serem preenchidas de acordo com

a pontuação das características apresentada por cada categoria, nos moldes Método USDOT). Conforme pode ser avaliado neste estudo, o preenchimento desta tabela em formato de “planilha eletrônica” constitui um instrumento automático de avaliação.

Esta tabela proposta, denominada de MESET – PROCEDIMENTO 1- SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTA DE ANÁLISE DE TRÁFEGO PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, encontra-se no Anexo G deste.

Propõe-se efetuar a análise para todas as categorias de ferramentas definidas no estudo do Método USDOT e sugere-se utilizar as características gerais pesquisadas pelo Método USDOT para cada categoria de ferramenta de análise de tráfego, relativas ao seu atendimento e habilidades para cada quesito de análise. A imposição desses valores correspondentes é necessária nesta primeira etapa, para identificação da categoria da ferramenta. As tabelas do Método USDOT que contém essa análise para cada critério encontram-se, conforme já mencionado no capítulo 6, no Anexo B deste trabalho.

9.4.2 Procedimento 2: Escolha da ferramenta específica

Para a escolha da ferramenta específica, também se propõe a adoção de uma tabela, composta pelo formulário apresentado anteriormente na Tabela 9.1. Quanto às características da ferramenta (software) a ser analisada, as mesmas deverão ser obtidas em pesquisas a serem efetuadas pelo usuário, na literatura disponível ou junto a representantes comerciais. Esta tabela, denominada como MESET – PROCEDIMENTO 2 - AVALIAÇÃO DE FERRAMENTA DE ANÁLISE DE TRÁFEGO PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, se encontra demonstrada adiante, na aplicação do estudo de caso, com o software Synchro/SimTraffic.

Conforme observa o Método USDOT, para um processo de seleção de ferramentas de análise de tráfego adequado, devem ser avaliados vários tipos de ferramentas para se obter sucesso nesse processo de escolha. No entanto, no caso deste trabalho, não será demonstrada a comparação desses resultados, uma vez

que seria necessária a pesquisa em profundidade de vários outros tipos de softwares, na tarefa de aplicação ao ensino do mesmo tópico da disciplina.

10 APLICAÇÃO DA MESET A UM ESTUDO DE CASO: SOFTWARE SYNCHRO/SIMTRAFFIC

10.1 Introdução

Conforme a proposta da MESET no capítulo anterior, neste apresenta-se uma aplicação para sua demonstração. A aplicação da MESET ao estudo de caso, para o software Synchro/SimTraffic utilizado no Projeto USDLET da UFSCar refere-se diretamente ao Procedimento 2 da MESET, que compreende a avaliação de ferramenta específica.

Para a demonstração do Procedimento 1 – Escolha da Categoria da Ferramenta - para tarefas de ensino de ENGENHARIA DE TRÁFEGO, serão utilizadas as médias de avaliações dos professores na pesquisa realizada, e determinadas a partir do tratamento dos resultados obtidos (conforme demonstrado no capítulo 8 deste).

10.2 Procedimento 1: Escolha da categoria da ferramenta – MESET, para tarefas de ensino de Engenharia de Tráfego

A partir dos dados identificados na pesquisa com os professores de Engenharia de Tráfego, foram utilizados a média do grau de avaliação para cada um dos critérios (questões principais) e seus quesitos no preenchimento da tabela do Procedimento 1 da MESET, onde objetivo é identificar a categoria de ferramenta de análise de tráfego mais adequada: no caso, para o ensino de Engenharia de Tráfego.

Conforme foi solicitado, os professores entrevistados responderam ao questionário da pesquisa aplicada numa visão global do ensino da sua disciplina, sem referência objetiva a tópicos de assuntos específicos abordados na disciplina Engenharia de Tráfego. Isto produziu uma avaliação em caráter mais geral; esta observação é importante, na medida em que explica as médias de avaliação resultantes.

No entanto, conforme a avaliação atribuída à primeira pergunta, quanto ao Contexto de Análise específico a ser avaliado, se num contexto de planejamento, projeto ou operação, a potencialidade ou o desempenho que cada categoria de

ferramenta apresenta para os quesitos da questão principal seguinte, o Ambiente Geográfico (quesitos: interseção isolada, trecho de via, corredor viário, ou área/região) a ser analisado, pode ser mais ou menos contemplada por essa categoria de ferramenta, o que altera a relevância de sua avaliação no atendimento ao quesito. Como exemplo, o quesito área/região de um Ambiente Geográfico é contemplado por ferramentas enquadradas na categoria modelos de simulação, para análises em contexto de projeto e operação, mas não em contexto de planejamento, segundo as características das categorias de ferramentas do Método USDOT (Anexo B deste trabalho) utilizadas para a MESET. Não houve essa distinção, quanto ao Contexto de Análise para a pesquisa formulada aos professores, sendo que a avaliação média obtida foi em torno de 4, para esses três quesitos (planejamento, projeto ou operação/construção).

Quanto à questão da Reação (resposta) dos Usuários, grande parte das categorias de ferramentas de análise de tráfego não possui esta habilidade para o tratamento deste critério; como os professores pesquisados avaliaram este critério como importante, na possibilidade do desempenho da ferramenta em relação a um caráter geral da disciplina, uma vez que não foi perguntado sobre tópicos específicos, o grau médio de avaliação obtido para esta questão foi também em torno de 4. Isto contribuiu para conduzir a seleção de categorias de ferramentas para Modelos de Simulação.

O preenchimento desta tabela do Procedimento 1, com esses valores médios obtidos, resultou na seleção da categoria das ferramentas enquadradas como Modelos de Simulação Microscópicos, seguida pela categoria Modelos de Simulação Mesoscópicos, como as mais adequadas para uso na disciplina Engenharia de Tráfego, face ao maior valor numérico final apresentado, resultante das diversas operações previstas nesta tabela (somas e ponderações dos critérios). Observa-se, mais uma vez, que este resultado não corresponde a assuntos específicos da disciplina.

No Quadro 10.1 a seguir, apresenta-se uma demonstração dos resultados finais para a seleção de categorias de ferramentas, onde se encontram realçadas as duas categorias selecionadas como as mais adequadas.

Com a finalidade de demonstração quanto à influência dos critérios de análise e seus quesitos, neste quadro foram incluídos também os cálculos efetuados para as seguintes situações hipotéticas:

1) Para cada Contexto de Análise específico no ensino, nas alternativas de predominância do contexto de planejamento, ou contexto de projeto, ou contexto de operação. Foram atribuídos valores de avaliação, de 0 a 5 (de menos importante a mais importante) a esses quesitos no critério de análise, conforme os níveis de avaliação do Quadro 8.1. e aplicada a tabela prevista no Procedimento 1 da MESET para cada uma dessas hipóteses;

2) Com a importância minimizada dos quesitos que compõe o critério Reação dos Usuários, face às observações acima efetuadas.

3) Com a importância minimizada para o quesito Área ou Região do critério Ambiente Geográfico, uma vez que, a exemplo do critério acima, são poucas as categorias de ferramentas de análise de tráfego que atendem amplamente a este tipo de ambiente geográfico.

As tabelas respectivas, com a demonstração do seu cálculo e preenchimento completo, referente a essa aplicação do Procedimento 1, podem ser verificadas no Anexo H deste trabalho.

Quadro 10.1: Aplicação Procedimento 1 – Categoria da Ferramenta –
Resultados Finais

VARIAÇÕES DO CONTEXTO DE ANÁLISE P/ O USO DE SOFTWARES NA DISCIPLINA ET	CONTEXTOS DE ANÁLISE			RESULTADOS (PONTUAÇÃO) OBTIDA PARA AS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS						
	PLANEJAMENTO	PROJETO	OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO	FERRAM. DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS
1) GRAU DE AVALIAÇÃO OBTIDO NA PESQUISA (GERAL)	4,3	3,9	3,7	-1270	255	-1040	-266	48	383	759

2) CONTEXTOS ESPECÍFICOS, COM O GRAU DE AVALIAÇÃO ATRIBUÍDO										
CONTEXTO DE PROJETO ^{*1}	1	5	2	-1477	190	-1079	-273	11	344	722
CONTEXTO DE OPERAÇÃO/CONSTRUÇÃO ^{*1}	1	2	5	-812	171	-1079	-247	22	344	722
CONTEXTO DE PLANEJAMENTO ^{*1}	5	2	1	21	525	-1104	-325	-284	63	390

3) CONTEXTOS ESPECÍFICOS, C/ AVALIAÇÃO MINIMIZADA P/ "RESPOSTAS DOS USUÁRIOS" E "ÁREAS/REGIÕES"										
CONTEXTO DE PROJETO ^{*1}	0	5	2	-1244	24	600	522	527	593	655
CONTEXTO DE OPERAÇÃO/CONSTRUÇÃO ^{*1}	0	2	5	-512	5,2	600	555	527	593	655
CONTEXTO DE PLANEJAMENTO ^{*1}	5	2	0	235	467	330	219	208	294	332

^{*1}

GRAUS DE AVALIAÇÃO ASSUMIDOS PARA O CONTEXTO, DE ACORDO COM O CRITÉRIO

10.3 Procedimento 2: Escolha da ferramenta específica – MESET, para avaliação do software Synchro/SimTraffic

Embora, conforme já mencionado, não tenha sido analisado outro software para efeito de comparação de resultados finais, demonstra-se a avaliação do Synchro/SimTraffic 5.0, com suas habilidades e potencialidades, na versão utilizada no Projeto USDLET, em versão “demo”, para o Procedimento 2 da proposta MESET, que constitui a seleção da ferramenta específica.

Para esta análise, foram consideradas as classificações quanto às categoria de ferramentas especificadas para o software Synchro/ SimTraffic no Método USDOT: ferramenta analítica (metodologia HCM), ferramenta de otimização semaforica, correspondente ao Synchro; e modelo de simulação microscópico,

correspondente ao SimTraffic, software para simulação que acompanha o Synchro. Uma vez que este software contempla essas três categorias, os cálculos foram efetuados para todas, em uma só planilha eletrônica.

O GRAU DE AVALIAÇÃO para cada quesito contido nas QUESTÕES PRINCIPAIS foi atribuído com base no seu grau de importância no ensino do tópico da disciplina de Engenharia de Tráfego, na UFSCar: Controle de interseções e dimensionamento de Interseções Semaforizadas. Este tópico da disciplina, apresentado inicialmente para interseção isolada, na seqüência foi estendido também para trecho de via, com projeto desenvolvido pelos alunos, num contexto de análise de projeto. De acordo com os objetivos didáticos a serem alcançados para a aprendizagem, priorizaram-se para estes níveis de avaliação atribuídos, os quesitos mais abordados e importantes, com ênfase para as medidas de desempenho do tráfego a serem demonstradas com o uso deste software.

Na Tabela 10.1, a seguir, encontra-se a demonstração desta etapa da MESET aplicada ao Synchro. Foram apurados os valores de pesos finais para este software entre 722,9 (na categoria de ferramenta analítica – HCM) e 781,5 (na categoria de modelo de simulação microscópico). Estes valores constituem o referencial do software Synchro/SimTraffic no atendimento à tarefa analisada para comparação com outros softwares e seus referenciais, a serem determinados de forma análoga.

No entanto, este trabalho não abrangeu o estudo de outros softwares similares ao Synchro, para a demonstração completa da possibilidade de comparação e escolha entre diversos softwares na execução da mesma tarefa. Com a finalidade de situar os pesos obtidos para o Synchro, foram simuladas duas situações de desempenho de softwares para a tarefa pesquisada:

1) Situação de atendimento MÉDIO a todos os quesitos, com a atribuição do valor 5, na coluna DESEMPENHO DA FERRAMENTA, multiplicador do grau de importância atribuído a cada quesito. Esta situação resultou o valor do peso da ferramenta em 466,2.

2) Situação de atendimento PLENO a todos os quesitos, com a atribuição do valor 10, na coluna DESEMPENHO DA FERRAMENTA, multiplicador do grau de

importância atribuído a cada quesito. Essa segunda situação resultou o valor do peso da ferramenta em 932,3.

Dentro deste intervalo apurado, de atendimento médio (o valor do peso = 466,2) e atendimento pleno (o valor do peso = 932,3) situam-se os valores determinados para o software Synchro na Tabela 10.1. Podemos concluir, portanto, pela adequação deste software à finalidade pesquisada.

Tabela 10.1 – Aplicação MESET – Procedimento 2 – Escolha da Ferramenta específica (avaliação do Software Synchro/SimTraffic)

COLUNA 1		COL 2	COLUNA 3			COLUNA 4		
QUESTÕES PRINCIPAIS (CRITÉRIOS)		GRAU DE AVALIAÇÃO DO CONTEXTO/CRITÉRIO **	DESEMPENHO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA *			Coluna 2 x Coluna 3		
			FERRAM.ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS	FERRAM.ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS
1	QUAL O CONTEXTO DE ANÁLISE COMPREENDIDO PELO TÓPICO DA DISCIPLINA A SER DESENVOLVIDO COM O USO DO SOFTWARE							
	PLANEJAMENTO	0	5	0	0	0	0	0
	PROJETO	5	10	10	10	50	50	50
	OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO	0	10	10	10	0	0	0
	Subtotal						50	50
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DO CONTEXTO > 0						1	1	1
SUBTOTAL DOS PESOS						50	50	50
2	QUAL O AMBIENTE GEOGRÁFICO A SER ESTUDADO COM O SOFTWARE NO TÓPICO DA DISCIPLINA							
	INTERSEÇÃO ISOLADA	5	10	10	10	50	50	50
	TRECHO DE VIA	2	10	5	10	20	10	20
	CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA	0	0	0	10	0	0	0
	ÁREA OU REGIÃO	0	-99	-99	5	0	0	0
Subtotal						70	60	70
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0						2	2	2
SUBTOTAL DOS PESOS						35	30	35
3	QUAL O TIPO DE FACILIDADE DE TRANSPORTE A SER ESTUDADA COM O SOFTWARE							
	INTERSEÇÃO ISOLADA	5	10	10	10	50	50	50
	ROTATÓRIA	0	10	0	5	0	0	0
	VIA ARTERIAL	2	10	10	10	20	20	20
	ESTRADA / RODOVIA/ VIAS EXPRESSAS ("Highway")	1	10	5	10	10	5	10
Subtotal						80	75	80
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0						3	3	3
SUBTOTAL DOS PESOS						26,67	25	26,67

Tabela 10.1 - (continuação)

4	QUAIS OS MEIOS DE TRANSPORTE MAIS IMPORTANTES RELACIONADOS AO ESTUDO DO TÓPICO DA DISCIPLINA A SER DESENVOLVIDO COM O SOFTWARE							
	VEÍCULOS EM GERAL	5	10	10	10	50	50	50
	ONIBUS	3	5	5	10	15	15	30
	CAMINHÃO	2	5	5	5	10	10	10
	PEDESTRE	2	5	5	5	10	10	10
	Subtotal					85	85	100
	Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0					4	4	4
	SUBTOTAL DOS PESOS					21,25	21,25	25

5	QUAIS AS APLICAÇÕES DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO MAIS IMPORTANTES A SEREM DESENVOLVIDAS OU AVALIADAS COM USO DO SOFTWARE							
	CONTROLE DE INTERSEÇÕES DAS VIAS ARTERIAIS	5	10	10	10	50	50	50
	VIAS ARTERIAIS	3	5	10	10	15	30	30
	SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO	1	0	0	5	0	0	5
	SISTEMAS/ TÉCNICAS PREVENTIVAS P/ SEGURANÇA E CONTROLE DO TRÁFEGO	1	0	0	5	0	0	5
	DEMANDA DE VIAGENS	0	5	0	5	0	0	0
	Subtotal					65	80	90
	Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0					5	5	5
SUBTOTAL DOS PESOS					13	16	18	

6	PARA OS ESTUDOS OU PROJETOS A SEREM DESENVOLVIDOS COM O USO DO SOFTWARE, QUAIS AS REAÇÕES DOS USUÁRIOS MAIS IMPORTANTES P/ AVALIAÇÃO							
	ALTERAÇÃO DO ITINERÁRIO DE VIAGEM	1	-99	0	10	-99	0	10
	MUDANÇA NO MODO DE TRANSPORTE	1	-99	0	5	-99	0	5
	ALTERAÇÃO DO HORÁRIO DA VIAGEM	1	-99	0	5	-99	0	5
	MUDANÇA DO DESTINO DA VIAGEM	1	-99	-99	0	-99	-99	0
	GERAÇÃO DE NOVAS VIAGENS	1	-99	-99	5	-99	-99	5
	Subtotal					-495	-198	25
Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0					5	5	5	
SUBTOTAL DOS PESOS					-99	-39,6	5	

Tabela 10.1 - (continuação)

QUAIS AS MEDIDAS DE DESEMPENHO ("PERFORMANCE") DO TRÁFEGO MAIS IMPORTANTES NO TÓPICO DA DISCIPLINA PARA SEREM DESENVOLVIDAS OU AVALIADAS COM O USO DO SOFTWARE									
7	NIVEL DE SERVIÇO	5	10	10	5	50	50	25	
	VELOCIDADE	2	10	10	10	20	20	20	
	TEMPO DE VIAGEM	5	10	10	10	50	50	50	
	VOLUME DE TRÁFEGO	5	10	10	10	50	50	50	
	DISTANCIAS DE VIAGEM	1	0	0	10	0	0	10	
	Nº DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS	0	0	0	5	0	0	0	
	RELAÇÃO VOLUME/CAPACIDADE	5	10	5	5	50	25	25	
	DENSIDADE DO TRÁFEGO	3	10	10	10	30	30	30	
	VEÍCULOS. KM OU PASSAGEIROS.KM PERCORRIDOS	0	5	5	10	0	0	0	
	VEÍCULOS.HORA OU PASSAGEIROS.HORA DE VIAGEM	0	5	5	10	0	0	0	
	ATRASOS	5	10	10	10	50	50	50	
	COMPRIMENTO DE FILAS	5	10	10	10	50	50	50	
	NUMERO DE PARADAS	1	0	0	10	0	0	10	
	NÚMERO DE ACIDENTES	0	0	0	5	0	0	0	
	EMISSÕES DE POLUENTES	1	0	0	5	0	0	5	
	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	1	0	0	5	0	0	5	
	MODO DE TRANSPORTE UTILIZADO	0	0	5	5	0	0	0	
	RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO DO PROJETO	2	0	0	0	0	0	0	
	Subtotal						350	325	330
	Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0						13	13	13
SUBTOTAL DOS PESOS						26,92	25	25,38	

Tabela 10.1 - (continuação)

CUSTO EFETIVO: CONSIDERANDO A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FÍSICOS, HUMANOS E FINANCEIROS DISPONÍVEIS, ESTABELECEM PRIORIDADES DE REQUISITOS DO SOFTWARE A SER UTILIZADO (0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE)								
8	CUSTO DE AQUISIÇÃO (OU LICENÇAS)	5	10	10	0	50	50	0
	NÍVEL DE ESFORÇO NECESSÁRIO P/ TREINAMENTO	4	10	5	0	40	20	0
	FACILIDADE DE USO	4	10	5	0	40	20	0
	CONFIABILIDADE / POPULARIDADE	5	10	10	5	50	50	25
	REQUISITOS DE HARDWARE P/ INSTALAÇÃO/ FUNCIONAMENTO	3	10	10	0	30	30	0
	REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA	4	10	10	0	40	40	0
	REQUISITOS NECESSÁRIOS APÓS PROCESSAMENTO	3	5	5	10	15	15	30
	DISPONIBILIDADE DE MANUAL DO USUÁRIO	4	10	5	5	40	20	20
	DISPONIBILIDADE DE SUPORTE TÉCNICO	2	0	0	5	0	0	10
	POSSIBILIDADE DE PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE	4	5	5	10	20	20	40
	PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO ("DEFAULT")	4	10	10	10	40	40	40
	POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES	1	5	5	5	5	5	5
	EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO P/ DEMONSTRAÇÃO EM AULAS	5	0	0	10	0	0	50
	Subtotal						370	310
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0						13	13	13
SUBTOTAL DOS PESOS						28,46	23,85	16,92

Tabela 10.1 - (continuação)

COLUNA 5		COL 6	COLUNA 7			COLUNA 8		
CONSIDERANDO AS QUESTÕES DE 1 A 7, RELATIVAS AO DESEMPENHO TÉCNICO DO SOFTWARE PARA O TÓPICO DA DISCIPLINA E A QUESTÃO DE ANÁLISE DE CUSTO DO SOFTWARE (QUESTÃO 8) ESTABELEÇA UM GRAU DE IMPORTANCIA ENTRE AS MESMAS (0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE)		RELEVÂNCIA DOS CRITÉRIOS	SUBTOTAL DOS PESOS			Coluna 6 x Coluna 7		
			FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS	FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS
1	CONTEXTO DE ANÁLISE COMPREENDIDO	5	50	50	50	250	250	250
2	AMBIENTE GEOGRÁFICO A SER ESTUDADO	4	35	30	35	140	120	140
3	TIPO DE FACILIDADE A SER ESTUDADA	3	26,67	25	26,67	80	75	80
4	MEIOS DE TRANSPORTE MAIS IMPORTANTES	2	21,25	21,25	25	42,5	42,5	50
5	ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES	2	16,25	20	22,5	32,5	40	45
6	AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO AO PROJETO/ALTERAÇÕES DO TRÁFEGO	1	-99	-39,6	5	-99	-39,6	5
7	MEDIDAS DE DESEMPENHO DO TRÁFEGO A SEREM OBTIDAS	5	26,92	25	25,38	134,6	125	126,9
8	CUSTO EFETIVO DO "SOFTWARE"	5	28,46	23,85	16,92	142,3	119,2	84,62
			TOTAIS DOS PESOS			722,9	732,1	781,5

CATEGORIAS DE FERRAMENTAS MAIS APROPRIADAS

* UTILIZAR OS SEGUINTE VALORES PARA O DESEMPENHO DAS FERRAMENTAS: (+)=10 pontos, (0) = 5 pontos, (-)=0 pontos, (na)= -99 pontos

** P/O GRAU DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS, UTILIZAR : 0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE

11 CONCLUSÕES FINAIS

A seguir, formulamos as considerações finais deste trabalho, considerando seu objetivo inicial, quanto ao estudo de metodologia para o uso de ferramentas computacionais no ensino de Engenharia de Tráfego – MESET e seu objetivo específico, a aplicação da MESET ao software Synchro/SimTraffic.

Neste trabalho procurou-se estudar uma metodologia para seleção de ferramentas de análise de tráfego para utilização no ensino de Engenharia de Tráfego. O assunto, após os estudos, análises e pesquisas efetuadas revelou-se como extenso e complexo.

Com a crescente expansão dos aglomerados urbanos, onde a racionalização dos espaços para busca de maior capacidade e segurança viária são utilizados como alternativa à execução de obras de infra-estrutura, nem sempre possíveis em função de custos financeiros e da disponibilidade da ocupação urbana existente, a Engenharia de Tráfego é cada vez mais utilizada para adequar o volume de tráfego sempre crescente aos espaços disponíveis. E, com a complexidade do problema, as soluções no escopo da Engenharia de Tráfego demandam, cada vez mais, o seu desenvolvimento como ciência e recursos tecnológicos avançados, possibilitando respostas mais precisas em curtos períodos de tempo, uma vez que o fenômeno tráfego é muito dinâmico.

O papel do Engenheiro de Tráfego, portanto, cresce em importância nas funções desempenhadas no âmbito da Engenharia Urbana.

A formação dos futuros profissionais engenheiros em relação a esta área exige, portanto, a atualização das ferramentas de ensino, para acompanhamento à demanda do futuro mercado de trabalho, a ser suprida pelas universidades brasileiras. Nesse sentido, o uso de softwares para o ensino de Engenharia de Tráfego faz-se necessário para o aprimoramento na formação dos alunos, visando uma preparação mais próxima ao futuro ambiente de trabalho. Como agravante da situação atual, a respeito do ensino de Engenharia de Tráfego, em algumas universidades pesquisadas, observou-se que, a Engenharia de Tráfego como disciplina nem sempre consta do currículo principal de formação do graduando em Engenharia.

Quanto ao uso de softwares em geral, como ferramentas no ensino de Engenharia, autores da literatura consultada apontam sua utilização como eficaz ferramenta coadjuvante em alcance de critérios pedagógicos que realmente visam a construção de um conhecimento atual e dinâmico, conforme apresentado no capítulo 3.

No entanto, a dificuldade na escolha dos softwares mais adequados para a Engenharia de Tráfego cresce, na medida em que a grande maioria dos softwares comerciais disponíveis no mercado foi desenvolvida em outros países, para o atendimento de situações freqüentemente diversas das apresentadas pelo trânsito no Brasil.

Observou-se ainda pelo levantamento bibliográfico que, mesmo o grau de desenvolvimento de ferramentas computacionais e as experiências de sua utilização em outros países encontram-se em patamar superior ao brasileiro, inclusive no ensino, com a utilização de softwares para Engenharia de Tráfego nos cursos de graduação em Engenharia já consolidado em laboratórios adequados. No entanto, as próprias condições financeiras e recursos das universidades brasileiras podem ser apontadas como fortes limitadores à utilização de vários tipos de softwares para uso no ensino.

Embora a lista de quesitos constantes no Método USDOT para a seleção de ferramentas para análise de tráfego, com origem norte-americana, tenha sido o ponto de partida para este estudo de metodologia, constituiu um referencial importante e confiável, dada sua autoria. Sua adequação aos objetivos deste trabalho foi efetuada tendo como referência a pesquisa realizada com os professores que atuam no ensino da disciplina Engenharia de Tráfego em universidades brasileiras.

As características das diversas categorias de ferramentas computacionais, referentes ao seu desempenho para cada tipo de tarefa, constantes do Método USDOT, embora constituam as sugeridas para uso na MESET, são passíveis de atualização, na medida que novos estudos, mais completos e atualizados, sejam desenvolvidos.

Em relação a esta pesquisa efetuada com os professores, foram muitas as dificuldades encontradas; dentre estas, as próprias páginas eletrônicas das

universidades brasileiras, em sua maioria não disponibilizando informações objetivas a respeito das disciplinas oferecidas nos cursos de Engenharia, conteúdos programáticos e respectivo corpo docente.

Dessa forma, os problemas encontrados na identificação dos professores desta disciplina, Engenharia de Tráfego, interferiram diretamente no índice de questionários respondidos na pesquisa realizada quanto à importância dos quesitos de análise na utilização de softwares para o ensino; entretanto, foi considerado satisfatório o resultado obtido na pesquisa efetuada, uma vez que muitas das principais universidades brasileiras retornaram o questionário.

Outra dificuldade encontrada pode ser mencionada quanto à análise dos resultados apresentados, referentes à inexistência de referenciais balizadores para a definição dos quesitos mais importantes para o ensino. Estes intervalos sinalizadores para este tipo de análise, quanto à importância relativa de cada quesito, poderiam ser considerados, em futuras pesquisas, como ponto de partida inicial no desenvolvimento de estudos mais completos e detalhados, onde um questionamento mais direcionado aos tópicos e objetivos da matéria a ser ensinada, produziria resultados mais próximos quanto ao tipo de software a ser utilizado.

Na pesquisa realizada, as questões apresentadas aos professores foram formuladas visando o ensino da disciplina em geral, o que produziu um resultado muito genérico em relação às categorias de softwares mais adequadas. Efetuados direcionamentos para situações mais específicas de análise – projeto, planejamento, ou operação, os resultados apontam para diferentes categorias de ferramentas computacionais. Conclui-se, portanto, que, as análises devem considerar especificamente tópicos da disciplina para obter resultados mais precisos.

Na aplicação dos formulários produzidos nesta metodologia estudada para o software Synchro/SimTraffic, obteve-se uma determinada pontuação para esta ferramenta. Embora o resultado prático, obtido com a aplicação do software Synchro/SimTraffic no ensino na UFSCar, tenha sido amplamente satisfatório, no índice de aprendizagem e motivação dos alunos para o desenvolvimento e resolução de problemas, outros softwares de características similares poderiam ser pesquisados nos mesmos moldes, para a comparação dos resultados obtidos nessa tabela.

Observa-se que, em pesquisas futuras, será importante também considerar que a avaliação efetuada com o Synchro/SimTraffic utilizou sua versão “demo”, com limitações inerentes a este tipo de versão, mas também com as vantagens de ser disponibilizada gratuitamente.

Como não foram abordados outros tipos de análises em relação aos softwares para tráfego e transporte em especial, relacionados aos processos de validação e calibração dessas ferramentas, sugere-se ainda, que os estudos futuros referentes a estes processos, incluam em suas avaliações também aspectos referentes ao ensino.

Uma diversidade maior de softwares necessitará ser alvo de pesquisa e avaliação, segundo uma ótica de ensino para a disciplina Engenharia de Tráfego, considerando principalmente a dinâmica da evolução e desenvolvimento dos softwares que se apresenta atualmente. Conforme relatado neste trabalho, o fator custo não constitui necessariamente um impedimento à utilização de ferramentas computacionais, em se usando softwares em versão demo ou livre.

Os quesitos e critérios propostos deste estudo são apresentados como passo inicial para o prosseguimento quanto à utilização e pesquisa de outros softwares para o ensino de Engenharia de Tráfego, aplicados aos mais diversos tópicos abrangidos por esta disciplina.

Sugere-se, portanto, que, a exemplo do efetuado com o software Synchro/SimTraffic, outros softwares sejam também verificados e estudados para que, nas universidades brasileiras o uso de ferramentas computacionais em Engenharia de Tráfego venha a se constituir uma rotina, para implementação à formação dos alunos, futuros profissionais engenheiros, que terão a árdua tarefa de organizar o cada vez mais problemático e inseguro tráfego das cidades e rodovias brasileiras.

12 REFERÊNCIAS

- AKISHINO, P. **Estudos de Tráfego: Capítulo 08**. Universidade Federal do Paraná (UFPR) / Curso de Engenharia Civil. Apostila. Disponível em: <<http://tecnologia.ufpr.br/transportes/TransBCap08.pdf>> Acesso em 18/07/2004
- CHAVES, E.O.C.; SETZER, V.W. **O Uso de Computadores em Escolas: Fundamentos e Críticas**. 1998. Editora Scipione, São Paulo. Disponível em: <<http://www.edutec.net/Biblioteca%20Virtual/edtextos.htm>> Acesso em 22/08/2004.
- COLENCI, A. T. **O ensino de Engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-14052004-150657/>>. Acesso em: 08/08/2005.
- FERRAZ, A.C. C. P. et al. **Engenharia de Tráfego Urbano: Fundamentos Práticos**. 1999. Apostila. Edição Preliminar, Agosto 1999.
- GADÊLHA, J.C; LOUREIRO, C.F.G; CUNHA JR,H. **Aplicação de Lógica “Fuzzy” no Controle Semafórico de Interseções Isoladas**. In: Transporte e Transformação IV - Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT Produção Acadêmica 1999. MAKRON Books Ltda, São Paulo, 1999.
- GUERRA, J. H. L. **Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: uma aplicação em planejamento e controle da produção**, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-29032001-151920/publico/diss_jh.pdf>. Acesso em: 01/09/2005.
- ITE - INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. California Border Section. Estados Unidos. **A Report On The Use Of Traffic Simulation Models In The San Diego Region**. 2004. Disponível em: <<http://www.westernite.org/Sections/CalBorder/simulation.pdf>> Acesso em 05/08/2004.
- ITS - INSTITUTE FOR TRANSPORT STUDIES. UNIVERSITY OF LEEDS. Inglaterra. **A Review of Micro-Simulation Models**. 1998. Disponível em: <<http://www.itsleeds.ac.uk/projects/smarter/Append3a.PDF>>. Acesso em 01/12/04.
- JAUNZEMS, P. J. **Análise de Capacidade de Interseções Semaforizadas : Manual de Aplicação**. Copyright 1988 Peter J. Jaunzems., 1988.
- LEITE, J.G. M., **Engenharia de Tráfego: Métodos de Pesquisas, Características de Tráfego, Interseções e Sinais Luminosos**. COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, CET, São Paulo, 1980.
- MAIOLINO, C.E.G.; PORTUGAL,L.S. **Simuladores de Tráfego para Análise do Desempenho de Corredores de Ônibus e de sua Área de Influência**. In: Anais XV ANPET, UNICAMP , 2001. Campinas, São Paulo..
- MING,H.S. **NT 208 Cálculo do ciclo de verdes ótimos quando o fluxo de saturação não é constante**.CET, Companhia de Engenharia de Tráfego, S.P. Disponível em: <<http://www.cetesp.com/internew/informativo/nt/nt208/nt208.pdf>> Acesso em 05/12/2004.

- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO , MEC. Padrões de Qualidade para Cursos de Graduação em Engenharia Disponível em <http://www.portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/eng_pad.pdf> Acesso em 14/02/2005.
- MnDOT - DEPTO. DE TRANSPORTES DO ESTADO DE MINNESOTA, Estados Unidos. **MnDOT Traffic Signal Timing and Coordination Manual. 2004.** Estados Unidos. 2004. Disponível em: <<http://www.dot.state.mn.us/trafficeng/signaloperations/2004TrafficSignalTimingandCoordinationManual.pdf>> Acesso em 05/08/2004.
- MODLER, L. E. A.; KRUG, L. F.; LAZZAROTTO, N. **Desenvolvimento de rotinas computacionais para solução de problemas relacionados à engenharia civil.** In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2005, Campina Grande. Disponível em: <http://www.cobenge2005.cct.ufcg.edu.br/cd_rom/trabalhos/trabalhos_completos/pdf/RS-5-62292757087-1117718031907.pdf>. Acesso em: 30/03/2006.
- MOREIRA, L. **Informática e educação : a (re)estruturação da pratica educativa no contato com os computadores,** 2002. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000246969>>. Acesso em 31/05/2006.
- OUM - OXFORD-UNIVERSITY OF MISSISSIPPI, ITS Intelligent Transportation System Project. Estados Unidos. **Traffic Models.** 2004. . Disponível em: <http://oumits.olemiss.edu/research_traffic_count.htm> Acesso em 26/07/04
- PEREIRA, C. L. M. **Ambientes Computacionais Amigáveis e suas reais contribuições para o Processo de Ensino Aprendizagem.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/10187.pdf>>. Acesso em: 28/11/2005.
- PEREIRA, M.A. **Ensino-Aprendizagem em um contexto dinâmico – O caso de Planejamento de Transportes.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-17062005-182009/>>. Acesso em: 15/10/2005.
- PEREIRA, M.A.; KURI, N. P.; SILVA, A.N.R. **Os estilos de aprendizagem e o ensino de engenharia de transportes.** In: XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2004, Florianópolis. Anais, em CD ROM.
- PESSOA, M. S. P; MARQUES FILHO, P. A. **Jogos de empresas: uma metodologia para o ensino de engenharia ou administração.** In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2001, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/NTM029.pdf>>. Acesso em: 15/10/2005.
- PIRES, A.B. (org.);VASCONCELLOS,E.A.; SILVA,A.C. **Transporte Humano – cidades com qualidade de vida.** ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, ANTP. São Paulo, ANTP, 1997.
- PORTUGAL, L. S. **Simulação de Tráfego: Conceitos e Técnicas de Modelagem,** 2005. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 2005.
- RAIA JUNIOR, A. A.; MARTINEZ, H.M.M. **O Uso do Software Demo no Ensino da Engenharia de Tráfego: Uma experiência na UFSCar.** In: XIX CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2005a, Recife. Anais, em CD ROM.

- RAIA JUNIOR, A. A; MARTINEZ, H.M.M. **A escolha de software para o ensino de engenharia de tráfego- ET no curso de Engenharia Civil.** In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, COBENGE 2005b, Campina Grande. Anais, em CD ROM.
- RAIA JUNIOR, A. A; MARTINEZ, H.M.M.;GONÇALVES,J.A.S.;MON-MA,M.M. **O Uso do Software Demo no Ensino da Engenharia de Tráfego.** In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Brasília. 2004. Anais, em CD ROM.
- SCARINGELLA, R. S. **A Crise da Mobilidade Urbana em São Paulo.** In: São Paulo Perspectiva, v. 15, n. 1, p. 55-59. São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392001000100007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17/09/ 2006.
- SILVA, M. P.; LEAL, M. G. F.; ALVES, C. H. F. **Reflexões sobre a abordagem por competências no ensino de engenharia.** In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2005, Campina Grande. Disponível em: <http://www.cobenge2005.cct.ufcg.edu.br/cd_rom/trabalhos/trabalhos_completos/pdf/PB-2-62923480759-1118686135861.pdf>. Acesso em: 20/04/2006.
- TRAFFICWARE CORPORATION. **Synchro plus SimTraffic 6.** White Paper. Albany, CA., 2004.
- TRB - TRANSPORTATION RESEARCH BOARD / NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Estados Unidos. **Traffic Analysis Software Tools.** Circular Number E-CO14. Setembro, 2000. Disponível em: <<http://gulliver.trb.org/publications/circulars/ec014.pdf>>. Acesso em 05/02/05.
- TRUEBLOOD, M. **Apples and Oranges... or Splitting Hairs? It depends.** In: PcTrans Magazine, Kansas University Transportation Center, Estados Unidos. (2003). Disponível em: <<http://www.kutc.ku.edu/cgiwrap/kutc/pctrans/ezone/1/appleorange.php>>. Acesso em 26/07/04.
- TRUEBLOOD, M. **Corsim...SimTraffic... Qual é a diferença?** . In: PcTrans Magazine, Kansas University Transportation Center, Estados Unidos. (2001). Disponível em: <<http://www.kutc.ku.edu/cgiwrap/kutc/pctrans/ezone/1/difference.php>>. Acesso em 26/07/04.
- TRUEBLOOD, M. **Simulations Helps Engineers Assess Traffic Needs: Case Studies for SimTraffic, CORSIM & VISSIM.** In: TRANSPORTLINE, Volume 14, No.1. P.E. USA, Maio 2004. Disponível em: <<http://www.hdrinc.com/Corporate/Newsletters/NwsltrPDFs/Transportline/May2004/TransportlineMay2004.pdf>> Acesso em 20/08/2004.
- UC BERKELEY - ITS. Institute of Transportation Studies, UNIVERSITY OF CALIFORNIA BERKELEY. 2006. Disponível em: <<http://registration.techtransfer.berkeley.edu/wconnect/wc.dll?acecode~GroupCatalog~GROUP~:FULL~Complete+Listings~&ORDER=BEGINS>>. Acesso em 24/06/2006.
- UIUC - UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN. , Estados Unidos. **Comparison of Delays from HCM, Synchro, PASSER II, PASSER IV and CORSIM for an Urban Arterial.** 2001. Disponível em: <http://sftp.cee.uiuc.edu/research_tol_reports?tolseries1.pdf>Acesso em 10/08/2004.

- UTCA – UNIVERSITY TRANSPORTATION CENTER FOR ALABAMA. **Traffic Simulation Software Comparison Study.2004**. Alabama. Estados Unidos. 2004. Disponível em: <http://utca.eng.ua.edu/projects/final_reports/02217fnl.pdf> Acesso em 10/12/2004.
- USDOT. **Surrogate Safety Measures From Traffic Simulation Models: FINAL REPORT**. United States Department of Transportation. Publication N° FHWA-RD - 03 – 050. Washington, D.C.: USDOT, 2003. Disponível em: <<http://www.tfsrc.gov/safety/pubs/03050/01.htm>> Acesso em 30/07/2004
- USDOT. **Traffic Analysis Toolbox Volume I: Traffic Analysis Tool Primer**. United States Department of Transportation. Publication N° FHWA-HRT-04-038. Washington, D.C.: USDOT, 2004a. Disponível em <http://ops.fhwa.dot.gov/Travel/Traffic_Analysis_Tools/tat_vol1.htm > Acesso em 12/01/05.
- USDOT. **Traffic Analysis Toolbox Volume II: Decision Support Methodology for Selecting Traffic Analysis Tools**. United States Department of Transportation. N° FHWA-HRT-04-039. Washington, D.C.: USDOT, 2004b. Disponível em <http://ops.fhwa.dot.gov/Travel/Traffic_Analysis_Tools/tat_vol2.htm > Acesso em 12/01/05.
- USDOT. **Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Nodeling Software**. United States Department of Transportation. N° FHWA-HRT-04-040. Washington, D.C.: USDOT, 2004c. Disponível em <http://ops.fhwa.dot.gov/Travel/Traffic_Analysis_Tools/tat_vol3.htm > Acesso em 12/01/05.
- VALENTE, J. A. **Análise dos diferentes tipos de softwares usados na Educação**. In: VALENTE, J. A. (org.) O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: Unicamp/NIED e III Encontro Nacional do PROINFO – MEC, Pirenópolis, 1998. Disponível em: <<http://www.ulbra.tche.br/~magda/edumat/aswvalente.pdf>>. Acesso em: 27/07/2006.
- VALENTE, J. A. In: _____ **Porque o computador na educação?** PROINFO. Disponível em: <http://www.nuted.edu.ufrgs.br/biblioteca/public_html/4/32/index.html>. Acesso em: 27/07/2006.
- VASCONCELLOS, E. A. **Transporte e Meio Ambiente – Conceitos e Informações para a Análise de Impactos**. São Paulo. 2006. Edição do Autor.
- VIEIRA, F. M. **Avaliação de Software Educativo: Reflexões para uma Análise Criteriosa**. 2001. Disponível em: <http://www.nuted.edu.ufrgs.br/biblioteca/public_html/9/30/index.html>. Acesso em: 16/05/2005.
- WORLD BANK. **Cities on the Move: A World Bank Urban Transport Strategy Review**, 2002. Banco Mundial, Washington, Estados Unidos, 2002. Tradução: Sumatra Editorial, 2003, São Paulo.

13 ANEXOS

ANEXO A: LISTA DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE TRÁFEGO, POR CATEGORIAS, SEGUNDO USDOT (2004)

ANEXO B: MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS

ANEXO C: MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA

ANEXO D: MÉTODO USDOT - ETAPA 2- TABELA P/ SELEÇÃO DA FERRAMENTA

ANEXO E: QUESTIONÁRIO APLICADO - PESQUISA: O USO DE "SOFTWARES" NO ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO

ANEXO F: MENSAGEM ENVIADA AOS PROFESSORES DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO

ANEXO G: MESET - PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO

ANEXO H: APLICAÇÃO DA MESET- PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO

ANEXO A: LISTA DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE TRÁFEGO, POR CATEGORIAS, SEGUNDO USDOT (2004)

Appendix E: Traffic Analysis Tools by Category

E.1 Sketch- Planning Tools

Examples of sketch-planning tools:

- Better Decisions: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=165>
- HDM (Highway Design and Management): <http://hdm4.piarc.org/>
- IDAS (ITS Deployment Analysis System): <http://idas.camsys.com/>
- IMPACTS: <http://www.fhwa.dot.gov/steam/impacts.htm>
- MicroBENCOST: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=166>
- QuickZone: <http://www.tfsrc.gov/its/quickzon.htm>
- SCRITS (Screening for ITS): <http://www.fhwa.dot.gov/steam/scrirts.htm>
- Sketch Methods: <http://plan2op.fhwa.dot.gov/toolbox/toolbox.htm>
- SMITE (Spreadsheet Model for Induced Travel Estimation): <http://www.fhwa.dot.gov/steam/smite.htm>
- SPASM (Sketch-Planning Analysis Spreadsheet Model): <http://www.fhwa.dot.gov/steam/spasm.htm>
- STEAM (Surface Transportation Efficiency Analysis Model): <http://www.fhwa.dot.gov/steam/index.htm>
- TEAPAC (Traffic Engineering Applications Package)/SITE: <http://www.strongconcepts.com/Products.htm>
- TrafikPlan: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=162>
- TransDec (Transportation Decision): <http://tti.tamu.edu/researcher/v34n3/transdec.stm>
- Trip Generation: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=179>
- Turbo Architecture: <http://itsarch.iteris.com/itsarch/html/turbo/turbooverview.htm>

E.2 Travel Demand Models

Available travel demand modeling tools:

- b-Node Model: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=482>
- CUBE/MINUTP: <http://www.citilabs.com/minutp/index.html>
- CUBE/TP+/Viper: <http://www.citilabs.com/viper/index.html>
- CUBE/TRANPLAN (Transportation Planning): <http://www.citilabs.com/tranplan/index.html>
- CUBE/TRIPS (Transport Improvement Planning System): <http://citilabs.com/trips/index.html>
- EMME/2™: http://www.inro.ca/products/e2_products.html
- IDAS: <http://idas.camsys.com/>
- MicroTRIMS: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=483>
- QRS II (Quick Response System II): <http://my.execpc.com/~ajh/index.html>
- SATURN (Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Network): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=157>
- TModel: <http://www.tmodel.com>
- TransCAD®: <http://www.caliper.com/tcovu.htm>
- TRANSIMS (Transportation Analysis Simulation System): <http://tmip.tamu.edu/transims/>

E.3 Analytical/Deterministic Tools (HCM Methodologies)

There is a wide array of analytical/deterministic tools currently available, including:

- 5-Leg Signalized Intersection Capacity: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=36>
- aaSIDRA (Signalized and Unsignalized Intersection Design and Research Aid): <http://www.aatraffic.com/SIDRA/aboutsidra.htm>
- ARCADY (Assessment of Roundabout Capacity and Delay): <http://www.trlsoftware.co.uk/index.asp?Section=Products&Item=ARCADY>
- ARTPLAN (Arterial Planning): http://www.dot.state.fl.us/planning/Systems/sm/los/los_sw2M2.htm
- CATS (Computer-Aided Transportation Software): <http://tti.tamu.edu/product/software/cats/>
- CCG (Canadian Capacity Guide)/Calc2: <http://www.bagroup.com/Pages/software/CCGCALC.html>
- CINCH: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=4>
- CIRCAP (Circle Capacity): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=6>
- DELAYE (Delay Enhanced): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=407>
- dQUEUE-TOLLSIM (Dynamic Toll Plaza Queuing Analysis Program): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=290>
- FAZWEAVE: <http://www.iit.edu/~jfazio/weaving/>
- FREEPLAN (Freeway Planning): http://www.dot.state.fl.us/planning/Systems/sm/los/los_sw2M2.htm
- FREWAY (Freeway Delay Calculation Program): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=291>
- FRIOP (Freeway Interchange Optimization Model): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=408>
- General-Purpose Queuing Model: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=409>
- Generalized Annual Average Daily Service Volume Tables: <http://www.dot.state.fl.us/planning/systems/sm/los/>
- Generalized Peak-Hour Directional Service Volume Tables: <http://www.dot.state.fl.us/planning/systems/sm/los/>
- GradeDec 2000: <http://www.gradedec.com>
- HCM/Cinema[®]: <http://www.kldassociates.com/unites.htm>
- HCS (Highway Capacity Software) 2000: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=48>
- HiCAP[™] (Highway Capacity Analysis Package): <http://www.hicap2000.com>
- HIGHPLAN (Highway Planning): http://www.dot.state.fl.us/planning/Systems/sm/los/los_sw2M2.htm
- Highway Safety Analysis: http://www.x32group.com/HSA_Soft.html
- ICU (Intersection Capacity Utilization): <http://www.trafficware.com/icu.htm>
- IQPAC (Integrated Queue Analysis Package): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=294>
- Left-Turn Signal/Phase Warrant Program: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=56>
- NCAP (Intersection Capacity Analysis Package): <http://www.tmodel.com>
- PICADY (Priority Intersection Capacity and Delay): <http://www.trlsoftware.co.uk/index.asp?Section=Products&Item=PICADY>
- PROGO (Progression Graphics and Optimization): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=78>
- Quality/Level of Service Handbook: <http://www.dot.state.fl.us/planning/systems/sm/los/>
- RoadRunner: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=85>
- SIG/Cinema[®]: <http://www.kldassociates.com/unites.htm>
- SIPA (Signalized Intersection Planning Analysis): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=22>
- SPANWIRE: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=304>
- SPARKS (Smart Parking Analysis): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=305>

- Synchro: <http://www.trafficware.com>
- TEAPAC/NOSTOP: <http://www.strongconcepts.com/Products.htm>
- TEAPAC/SIGNAL2000: <http://www.strongconcepts.com/Products.htm>
- TEAPAC/WARRANTS: <http://www.strongconcepts.com/Products.htm>
- TGAP (Traffic Gap Analysis Program): <http://www.tmodel.com>
- TIMACS (Timing Implementation Method for Actuated Coordinated Systems): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=92>
- Traffic Engineer's Toolbox: <http://home.pacifier.com/~jbtech/>
- Traffic Noise Model: <http://www.thewalljournal.com/a1f04/tnm>
- TRAFFIX™: <http://www.traffixonline.com>
- TSDWIN™ (Time-Space Diagram for Windows): <http://www.fortrantraffic.com/whatsnew/new2.htm>
- TS/PP-Draft (Time-Space/Platoon-Progression Diagram Generator): <http://www.tsppd.com>
- WEST (Workspace for Evaluation of Signal Timings): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=126>
- WHICH (Wizard of Helpful Intersection Control Hints): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=127>
- WinWarrants: <http://home.pacifier.com/~jbtech/>

E.4 Traffic Optimization Tools

Examples of traffic optimization tools:

- PASSER™ (Progression Analysis and Signal System Evaluation Routine) II-02: http://ttisoftware.tamu.edu/fraPasserII_02.htm
- PASSER III-98: http://ttisoftware.tamu.edu/fraPasserIII_98.htm
- PASSER IV-96: http://ttisoftware.tamu.edu/fraPasserIV_96.htm
- PROGO: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=78>
- SOAP84: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=435>
- Synchro: <http://www.trafficware.com>
- TEAPAC/NOSTOP: <http://www.strongconcepts.com/Products.htm>
- TEAPAC/SIGNAL2000: <http://www.strongconcepts.com/Products.htm>
- TEAPAC/WARRANTS: <http://www.strongconcepts.com/Products.htm>
- TRANSYT-7F: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=437>
- TSDWIN: <http://www.fortrantraffic.com/whatsnew/new2.htm>
- TS/PP-Draft: <http://www.tsppd.com>

E.5 Macroscopic Simulation Models

Examples of macroscopic simulation traffic analysis tools:

- BTS (Bottleneck Traffic Simulator): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=287>
- FREQ12: <http://www.its.berkeley.edu/computing/software/FREQ.html>
- KRONOS: <http://www.its.umn.edu/labs/itslab.html>
- METACOR/METANET: <http://www.inrets.fr/ur/gretia/METACOR-Ang-H-HajSalem.htm>
- NETCELL: <http://www.its.berkeley.edu/computing/software/netcell.html>
- PASSER II-02: http://ttisoftware.tamu.edu/fraPasserII_02.htm
- PASSER III-98: http://ttisoftware.tamu.edu/fraPasserIII_98.htm
- PASSER IV-96: http://ttisoftware.tamu.edu/fraPasserIV_96.htm
- SATURN: <http://www.its.leeds.ac.uk/software/saturn/index.html>
- TRAF-CORFLO (Corridor Flow): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=441>
- TRANSYT-7F: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=437>
- VISTA (Visual Interactive System for Transport Algorithms): <http://vista.civil.northwestern.edu/>

E.6 Mesoscopic Simulation Models

Examples of mesoscopic simulation tools:

- CONTRAM (Continuous Traffic Assignment Model): <http://www.contram.com>
- DYNAMIT-P, DYNAMIT-X, DYNASMART-P, DYNASMART-X: <http://www.dynamictrafficassignment.org>
- MesoTS: <http://plan2op.fhwa.dot.gov/pdfs/Pdf2/mesoscopic.pdf>

E.7 Microscopic Simulation Models

Examples of microscopic traffic simulation models:

- AIMSUN2 (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks): <http://www.tss-bcn.com/aimsun.html>
- ANATOLL: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a4>
- AUTOBAHN: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a5>
- CASIMIR: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a6>
- CORSIM/TSIS (Traffic Software Integrated System): <http://www.fhwa-tsis.com>
- DRACULA (Dynamic Route Assignment Combining User Learning and Microsimulation): <http://www.its.leeds.ac.uk/software/dracula>
- FLEXYT-II: <http://www.flexsyt.nl/informatieuk.htm>
- HIPERTRANS (High-Performance Transport): <http://www.cpc.wmin.ac.uk/~traffic>
- HUTSIM (Helsinki University of Technology Simulator): <http://www.hut.fi/Units/Transportation/HUTSIM>
- INTEGRATION: <http://www.intgrat.com>
- MELROSE (Mitsubishi Electric Road Traffic Simulation Environment): <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a14>
- MicroSim: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html>
- MICSTRAN (Microscopic Simulator Model for Traffic Networks): <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a16>
- MITSIM (Microscopic Traffic Simulator): <http://mit.edu/its/mitsimlab.html>
- MIXIC: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a18>
- NEMIS: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a19>
- PADSIM (Probabilistic Adaptive Simulation Model): <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a21>
- PARAMICS: <http://www.paramics-online.com>
- PHAROS (Public Highway and Road Simulator): <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a23>
- PLANSIM-T: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a24>
- ROADSIM (Rural Road Simulator): <http://www.kldassociates.com/simmod.htm>
- SHIVA (Simulated Highways for Intelligent Vehicle Algorithms): <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a25>
- SIGSIM: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a26>
- SIMDAC: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a27>
- SIMNET: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a28>
- SimTraffic: <http://www.trafficware.com>
- SISTM (Simulation of Strategies for Traffic on Motorways): <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a29>
- SITRA B+: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a30>
- SITRAS: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/append3d.html#a31>
- SmartPATH: <http://www.path.berkeley.edu/PATH/Research>
- TEXAS (Texas Model for Intersection Traffic): <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=449>
- TRANSIMS: <http://tmip.tamu.edu/transims/>
- TRARR: <http://www.engr.umd.edu/~lovell/lovmay94.html>

- TWOPAS: <http://www.tfhr.gov/safety/ihsdm/tamweb.htm>
- WATSim[®] (Wide Area Traffic Simulation): <http://www.kldassociates.com/unites.htm>

E.8 Integrated Traffic Analysis Tools

There are some programs or utilities available that integrate two or more programs to provide a common data input format (all allow a user to run several programs). Some examples of integrated traffic simulation models include:

- AAPEX (Arterial Analysis Package Executive):
<http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=426>
- ITRAF: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=445>
- PROGO: <http://mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=78>
- UNITES (Unified Integrator of Transportation Engineering Software):
<http://www.kldassociates.com/unites.htm>

[Table of Contents](#) | [List of Tables](#) | [List of Figures](#) | [Top of Section](#) | [Previous Section](#) | [Next Section](#) | [HOME](#)

[FHWA Home](#)



Federal Highway Administration - United States Department of Transportation

http://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysistools/tat_vol2/sectapp_e.htm#top

MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS

1) CONTEXTO DE ANÁLISE

CONTEXTO DE ANÁLISE	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
PLANEJAMENTO	●	●	∅	○	∅	∅	○
PROJETO	N/A	∅	●	●	●	●	●
OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO	∅	○	●	●	●	●	●

LEGENDA:

●	O CONTEXTO ESPECÍFICO ESTÁ GERALMENTE CONTEMPLADO PELA FERRAMENTA DE ANÁLISE / METODOLOGIA CORRESPONDENTE
∅	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS TRATAM DO CONTEXTO ESPECÍFICO E OUTRAS NÃO
○	A FERRAMENTA DE ANÁLISE/ METODOLOGIA GERALMENTE NÃO CONTEMPLA O CONTEXTO ESPECÍFICO
N/A	A METODOLOGIA NÃO É APROPRIADA NO TRATAMENTO DO CONTEXTO ESPECÍFICO

MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS (continuação)

2) ÁREA DE ESTUDO/ ESCOPO GEOGRÁFICO

CONTEXTO DE ANÁLISE / ESCOPO GEOGRÁFICO	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
PLANEJAMENTO							
INTERSEÇÃO ISOLADA OU TREVO	○	○	●	∅	○	○	○
TRECHO DE VIA	●	○	●	●	●	●	●
CORREDOR ARTERIAL / REDE	∅	●	○	○	∅	∅	∅
ÁREA OU REGIÃO	∅	●	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PROJETO							
INTERSEÇÃO ISOLADA OU TREVO	N/A	N/A	●	●	●	∅	●
TRECHO DE VIA	N/A	○	●	∅	●	●	●
CORREDOR ARTERIAL / REDE	N/A	∅	○	○	●	●	●
ÁREA OU REGIÃO	N/A	∅	N/A	N/A	○	○	∅
OPERAÇÃO/ CONSTRUÇÃO							
INTERSEÇÃO ISOLADA OU TREVO	N/A	N/A	●	●	●	∅	●
TRECHO DE VIA	∅	○	●	●	●	●	●
CORREDOR ARTERIAL / REDE	N/A	∅	○	∅	●	●	●
ÁREA OU REGIÃO	N/A	∅	N/A	N/A	∅	○	∅
LEGENDA:							
●	O CONTEXTO ESPECÍFICO ESTÁ GERALMENTE CONTEMPLADO PELA FERRAMENTA DE ANÁLISE / METODOLOGIA CORRESPONDENTE						
∅	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS TRATAM DO CONTEXTO ESPECÍFICO E OUTRAS NÃO						
○	A FERRAMENTA DE ANÁLISE/ METODOLOGIA GERALMENTE NÃO CONTEMPLA O CONTEXTO ESPECÍFICO						
N/A	A METODOLOGIA NÃO É APROPRIADA NO TRATAMENTO DO CONTEXTO ESPECÍFICO						

MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS (continuação)

3) TIPO DE FACILIDADE

TIPO DE FACILIDADE	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
INTERSEÇÃO ISOLADA	○	∅	●	●	●	●	●
ROTATÓRIA	○	○	●	○	∅	○	∅
VIA ARTERIAL	●	●	●	●	●	●	●
ESTRADA / RODOVIA/ VIAS EXPRESSAS (Highway)	●	●	●	∅	●	●	●
AUTO-ESTRADA (Freeway)	∅	●	●	∅	●	●	●
FAIXA EXCLUSIVA "HOV" *1	∅	●	∅	○	●	●	●
FAIXA DE ACESSO EXCLUSIVO "HOV" *1	○	●	○	∅	∅	∅	●
ALÇAS DE ACESSOS	∅	●	●	●	●	●	●
FAIXA AUXILIAR DE CONEXÃO	○	○	∅	∅	●	●	●
FAIXA DE TRÁFEGO REVERSÍVEL	○	∅	○	○	○	○	∅
FAIXA EXCLUSIVA CAMINHÕES	○	●	∅	∅	∅	●	●
FAIXA EXCLUSIVA ONIBUS	○	●	○	○	∅	○	●
PRAÇA DE PEDÁGIO	○	∅	∅	○	○	○	●
PASSAGEM DE VIAS FÉRREAS	○	●	○	○	○	○	●

LEGENDA:

●	O CONTEXTO ESPECÍFICO ESTÁ GERALMENTE CONTEMPLADO PELA FERRAMENTA DE ANÁLISE / METODOLOGIA CORRESPONDENTE
∅	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS TRATAM DO CONTEXTO ESPECÍFICO E OUTRAS NÃO
○	A FERRAMENTA DE ANÁLISE/ METODOLOGIA GERALMENTE NÃO CONTEMPLA O CONTEXTO ESPECÍFICO
N/A	A METODOLOGIA NÃO É APROPRIADA NO TRATAMENTO DO CONTEXTO ESPECÍFICO

*1 HOV : " HIGH OCCUPANCY VEHICLE" : VEÍCULO COM UM NÚMERO DEFINIDO MÍNIMO DE OCUPANTES (MAIS DO QUE UM) INCLUINDO ÔNIBUS, TAXIS, MICRO-ÔNIBUS E "VANS" (HCM 2000) NESTE ESTUDO SERÁ CONSIDERADO COMO VEÍCULO PARA TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS (continuação)

4) MODO DE TRANSPORTE

MODO DE TRANSPORTE	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
VEÍCULO COM UM ÚNICO OCUPANTE "SOV" (*1)	●	●	●	●	●	●	●
VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS "HOV" (*2)	∅	●	∅	∅	∅	●	●
ONIBUS	∅	●	∅	∅	∅	●	●
TREM	∅	●	○	○	○	∅	∅
CAMINHÃO	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
MOTOCICLETA	○	∅	○	○	○	○	○
BICICLETA	∅	∅	∅	○	○	○	∅
PEDESTRE	∅	○	∅	∅	∅	∅	∅

LEGENDA:	
●	O CONTEXTO ESPECÍFICO ESTÁ GERALMENTE CONTEMPLADO PELA FERRAMENTA DE ANÁLISE / METODOLOGIA CORRESPONDENTE
∅	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS TRATAM DO CONTEXTO ESPECÍFICO E OUTRAS NÃO
○	A FERRAMENTA DE ANÁLISE/ METODOLOGIA GERALMENTE NÃO CONTEMPLA O CONTEXTO ESPECÍFICO
N/A	A METODOLOGIA NÃO É APROPRIADA NO TRATAMENTO DO CONTEXTO ESPECÍFICO

*1	SOV : "SINGLE OCCUPANCY VEHICLE" : VEÍCULO COM O MOTORISTA COMO ÚNICO OCUPANTE (HCM 2000); NESTE ESTUDO SERÁ CONSIDERADO COMO VEÍCULOS DE PASSEIO EM GERAL
*2	HOV : " HIGH OCCUPANCY VEHICLE" : VEÍCULO COM UM NÚMERO DEFINIDO MÍNIMO DE OCUPANTES (MAIS DO QUE UM) INCLUINDO ÔNIBUS, TAXIS, MICRO-ÔNIBUS E "VANS" (HCM 2000); NESTE ESTUDO SERÁ CONSIDERADO COMO VEÍCULO PARA TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS (continuação)

5) ESTRATÉGIAS DE GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES

ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/ GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
GERENCIAMENTO DE AUTO-ESTRADAS	●	∅	∅	●	●	●	●
INTERSEÇÕES DAS VIAS ARTERIAIS	○	○	●	●	●	●	●
GERENCIAMENTO DE VIAS ARTERIAIS	∅	∅	∅	●	●	●	●
GERENCIAMENTO DE INCIDENTES/EVENTOS	∅	○	∅	○	●	●	●
GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS	∅	○	∅	○	∅	∅	∅
ÁREAS DE OBRAS	∅	○	●	○	●	●	●
EVENTOS ESPECIAIS	∅	○	●	○	∅	∅	∅
SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO	∅	○	○	○	○	○	∅
SISTEMA DE INFORMAÇÕES AOS USUÁRIOS	∅	○	○	○	∅	∅	∅
SISTEMA DE PAGAMENTO ELETRÔNICO	∅	○	○	○	○	○	●
MONITORAMENTO DE CRUZAMENTOS COM LINHA FÉRREA	∅	○	○	○	○	○	●
OPERAÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS	∅	○	○	○	○	○	∅
SISTEMA DE SEGURANÇA E CONTROLE DE VEÍCULOS	∅	○	○	○	○	○	∅
CONTROLE DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	○	○	○	○	∅	∅	∅
GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE VIAGENS	●	●	∅	○	∅	∅	∅

LEGENDA:	
●	O CONTEXTO ESPECÍFICO ESTÁ GERALMENTE CONTEMPLADO PELA FERRAMENTA DE ANÁLISE / METODOLOGIA CORRESPONDENTE
∅	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS TRATAM DO CONTEXTO ESPECÍFICO E OUTRAS NÃO
○	A FERRAMENTA DE ANÁLISE/ METODOLOGIA GERALMENTE NÃO CONTEMPLA O CONTEXTO ESPECÍFICO
N/A	A METODOLOGIA NÃO É APROPRIADA NO TRATAMENTO DO CONTEXTO ESPECÍFICO

MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS (continuação)

6) REAÇÃO/ RESPOSTAS DOS USUÁRIOS

REAÇÃO (RESPOSTA) DOS USUÁRIOS	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
DESVIO PRÉVIO DE ITINERÁRIO	◊	○	N/A	○	●	●	●
DESVIO DE ITINERÁRIOS EM VIAGEM	◊	●	N/A	○	◊	◊	◊
MEIO DE TRANSPORTE	◊	●	N/A	○	◊	◊	◊
ESCOLHA DA HORA DA PARTIDA	◊	○	N/A	○	◊	◊	◊
MUDANÇA DE DESTINO	N/A	◊	N/A	N/A	N/A	○	○
DEMANDA INDUZIDA / PREVISTA DE VIAGENS	◊	◊	N/A	N/A	N/A	N/A	◊

LEGENDA:	
●	O CONTEXTO ESPECÍFICO ESTÁ GERALMENTE CONTEMPLADO PELA FERRAMENTA DE ANÁLISE / METODOLOGIA CORRESPONDENTE
◊	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS TRATAM DO CONTEXTO ESPECÍFICO E OUTRAS NÃO
○	A FERRAMENTA DE ANÁLISE/ METODOLOGIA GERALMENTE NÃO CONTEMPLA O CONTEXTO ESPECÍFICO
N/A	A METODOLOGIA NÃO É APROPRIADA NO TRATAMENTO DO CONTEXTO ESPECÍFICO

MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS (continuação)

7) MEDIDAS DE DESEMPENHO/ PERFORMANCE DO TRÁFEGO

MEDIDAS DE DESEMPENHO ("PERFORMANCE")	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
NÍVEL DE SERVIÇO (LOS)	○	∅	●	●	∅	∅	∅
VELOCIDADE	●	●	●	●	●	●	●
TEMPO DE VIAGEM	∅	∅	●	●	●	●	●
VOLUME DE TRÁFEGO	●	●	●	●	●	●	●
DISTÂNCIAS DE VIAGEM	○	○	○	○	○	●	●
PASSAGEIROS TRANSPORTADOS	○	∅	○	○	○	∅	∅
MÉDIA DE OCUPAÇÃO DOS VEÍCULOS (AVO)	○	∅	○	○	○	○	○
RELAÇÃO VOLUME/CAPACIDADE	○	●	●	∅	∅	∅	∅
DENSIDADE	○	○	●	●	●	●	●
VMT/PMT *1	∅	●	∅	∅	●	●	●
VHT/PHT *2	∅	●	∅	∅	●	●	●
ATRASOS	∅	●	●	●	●	●	●
COMPRIMENTO DE FILAS	○	○	●	●	●	●	●
NUMERO DE PARADAS	∅	○	○	○	○	∅	●
ACIDENTES	∅	○	○	○	○	∅	∅
DURAÇÃO DE INCIDENTES	○	○	○	○	○	∅	∅
CONFIABILIDADE DO TEMPO DE VIAGEM	∅	○	○	○	○	○	○
EMISSÕES DE POLUENTES	∅	○	○	○	○	∅	∅
CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	∅	○	○	○	∅	∅	∅
NÍVEL DE RUÍDO DO TRÁFEGO	∅	○	○	○	○	○	○
MEIO DE TRANSPORTE	○	●	●	∅	∅	∅	∅
RELAÇÃO CUSTO / BENEFÍCIO DO MELHORAMENTO	∅	○	○	○	○	○	○

LEGENDA: (CONFORME AS ANTERIORES)

*1 VMT/PMT *1 = VEHICLE-MILES OF TRAVEL (VMT)/ PERSON-MILES OF TRAVEL (PMT): DISTÂNCIA TOTAL VIAJADA POR TODOS OS VEÍCULOS OU PESSOAS NUMA REDE OU FACILIDADE DE TRANSPORTE DURANTE UM PERÍODO ESPECÍFICO DE TEMPO (EM MILHAS)

*2 VHT/PHT *2 = VEHICLE-HOURS OF TRAVEL (VHT) / PERSON-HOURS OF TRAVEL (PHT) : TEMPO TOTAL DE VIAGEM GASTO POR TODOS OS VEÍCULOS OU PESSOAS NUMA REDE OU FACILIDADE DE TRANSPORTE DURANTE PERÍODO DE TEMPO ESPECÍFICO (EM HORAS)

MÉTODO USDOT (2004) RELEVÂNCIA DAS CATEGORIAS DE FERRAMENTAS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS (continuação)

8) CUSTO EFETIVO DA FERRAMENTA

CUSTO EFETIVO DA FERRAMENTA	FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS						
	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (BASEADAS NO HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
CUSTO DO CAPITAL DA FERRAMENTA	●	○	●	●	∅	○	○
NIVEL DE ESFORÇO PARA TREINAMENTO	●	○	●	∅	∅	○	○
FACILIDADE DE USO	●	○	●	∅	∅	○	○
CONFIABILIDADE / POPULARIDADE	∅	∅	●	●	∅	○	∅
REQUISITOS DE HARDWARE	●	∅	●	●	○	○	○
REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA	●	○	●	●	○	○	○
TEMPO DE PROCESSAMENTO	●	∅	●	●	●	○	○
REQUISITOS APÓS PROCESSAMENTO	∅	○	∅	∅	∅	●	●
MANUAL DO USUÁRIO	∅	∅	●	∅	∅	∅	∅
SUPORTE TÉCNICO	∅	●	○	○	∅	∅	∅
PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE (PELO USUÁRIO)	∅	●	∅	∅	●	●	●
PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO	●	○	●	●	●	●	●
INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES	○	∅	∅	∅	∅	∅	∅
EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO	○	∅	○	○	∅	●	●

LEGENDA:	
●	O CONTEXTO ESPECÍFICO ESTÁ GERALMENTE CONTEMPLADO PELA FERRAMENTA DE ANÁLISE / METODOLOGIA CORRESPONDENTE
∅	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE / METODOLOGIAS TRATAM DO CONTEXTO ESPECÍFICO E OUTRAS NÃO
○	A FERRAMENTA DE ANÁLISE/ METODOLOGIA GERALMENTE NÃO CONTEMPLA O CONTEXTO ESPECÍFICO
N/A	A METODOLOGIA NÃO É APROPRIADA NO TRATAMENTO DO CONTEXTO ESPECÍFICO

ANEXO C: MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA

COLUNA 1		COLUNA 2	COLUNA 3							COLUNA 4						
CRITÉRIO		RELEVÂNCIA DO CONTEXTO	RELEVÂNCIA DA CATEGORIA DA FERRAMENTA							Coluna 2 x Coluna 3						
			FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
0	CONTEXTO DE ANÁLISE (0= Não relevante, 5= mais relevante)															
	PLANEJAMENTO		10	10	5	0	5	5	0							
	PROJETO		-99	5	10	10	10	10	10							
	OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO		5	0	10	10	10	10	10							

Subtotal

RELEVÂNCIA CONTEXTO ACIMA DE 0
SUBTOTAL DOS PESOS

ANEXO C:

MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA (continuação)

COLUNA 1		COLUNA 2	COLUNA 3								COLUNA 4							
CRITÉRIO		RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS	RELEVÂNCIA DA CATEGORIA DA FERRAMENTA								Coluna 2 x Coluna 3							
			FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS		
1	ESCOPO GEOGRÁFICO (0= Não relevante, 5= mais relevante)																	
	INTERSEÇÃO ISOLADA OU TREVO																	
	TRECHO DE VIA																	
	CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA																	
	ÁREA OU REGIÃO																	
			Subtotal															
			RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0															
			SUBTOTAL DOS PESOS															
2	TIPO DE FACILIDADE(0= Não relevante, 5= mais relevante)																	
	INTERSEÇÃO ISOLADA		0	5	10	10	10	10	10									
	ROTATÓRIA		0	0	10	0	5	0	5									
	VIA ARTERIAL		10	10	10	10	10	10	10									
	ESTRADA / RODOVIA/ VIAS EXPRESSAS (Highway)		10	10	10	5	10	10	10									
	AUTO-ESTRADA (Freeway)		5	10	10	5	10	10	10									
	FAIXA EXCLUSIVA "HOV"		5	10	5	0	10	10	10									
	FAIXA DE ACESSO EXCLUSIVO "HOV"		0	10	0	5	5	5	10									
	ALÇAS DE ACESSOS		5	10	10	10	10	10	10									
	FAIXA AUXILIAR DE CONEXÃO		0	0	5	5	10	10	10									
	FAIXA DE TRÁFEGO REVERSÍVEL		0	5	0	0	0	0	5									
	FAIXA EXCLUSIVA CAMINHÕES		0	10	5	5	5	5	10									
	FAIXA EXCLUSIVA ONIBUS		0	10	0	0	5	5	10									
	PRAÇA DE PEDÁGIO		0	5	5	0	0	0	10									
	PASSAGEM DE VIAS FÉRREAS		0	10	0	0	0	0	10									
			Subtotal															
			RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0															
			SUBTOTAL DOS PESOS															

ANEXO C:
MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA (continuação)

COLUNA 1		COLUNA 2	COLUNA 3							COLUNA 4						
CRITÉRIO		RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS	RELEVÂNCIA DA CATEGORIA DA FERRAMENTA							Coluna 2 x Coluna 3						
			FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
3	MEIO DE TRANSPORTE (0= Não relevante, 5= mais relevante)															
	VEÍCULO COM UM ÚNICO OCUPANTE "SOV"		10	10	10	10	10	10	10							
	VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS "HOV"		5	10	5	5	5	10	10							
	ONIBUS		5	10	5	5	5	10	10							
	TREM		5	10	0	0	0	5	5							
	CAMINHÃO		5	5	5	5	5	5	5							
	MOTOCICLETA		0	5	0	0	0	0	0							
	BICICLETA		5	5	5	0	0	0	5							
	PEDESTRE		5	0	5	5	5	5	5							
			Subtotal													
			RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0													
			SUBTOTAL DOS PESOS													

ANEXO C:

MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA (continuação)

COLUNA 1		COLUNA 2	COLUNA 3						COLUNA 4						
CRITÉRIO		RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS	RELEVÂNCIA DA CATEGORIA DA FERRAMENTA						Coluna 2 x Coluna 3						
			FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS
4	ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/ GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES (0= Não relevante, 5= mais relevante)														
	GERENCIAMENTO DE AUTO-ESTRADAS		10	5	5	10	10	10	10						
	INTERSEÇÕES DAS VIAS ARTERIAIS		0	0		10	10	10	10						
	GERENCIAMENTO DE VIAS ARTERIAIS		5	5	5	10	10	10	10						
	GERENCIAMENTO DE INCIDENTES/EVENTOS		5	0	5	0	10	10	10						
	GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS		5	0	5	0	5	5	5						
	ÁREAS DE OBRAS		5	0	10	0	10	10	10						
	EVENTOS ESPECIAIS		5	0	10	0	5	5	5						
	SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO		5	0	0	0	0	0	5						
	SISTEMA DE INFORMAÇÕES AOS USUÁRIOS		5	0	0	0	5	5	5						
	SISTEMA DE PAGAMENTO ELETRÔNICO		5	0	0	0	0	0	10						
	MONITORAMENTO DE CRUZAMENTOS COM LINHA FÉRREA		5	0	0	0	0	0	10						
	OPERAÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS		5	0	0	0	0	0	5						
	SISTEMA DE SEGURANÇA E CONTROLE DE VEÍCULOS		5	0	0	0	0	0	5						
	CONTROLE DAS CONDIÇÕES METEREOLÓGICAS		0	0	0	0	5	5	5						
	GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE VIAGENS		10	10	5	0	5	5	5						

Subtotal

RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0

SUBTOTAL DOS PESOS

**ANEXO C:
MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA (continuação)**

COLUNA 1		COLUNA 2	COLUNA 3						COLUNA 4									
CRITÉRIO		RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS	RELEVÂNCIA DA CATEGORIA DA						Coluna 2 x Coluna 3									
			FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS			
5	REAÇÃO (RESPOSTA) DOS USUÁRIOS (0= Não relevante, 5= mais relevante)																	
	DESVIO PRÉVIO DE ITINERÁRIO		5	10	-99	0	10	10	10									
	DESVIO DE ITINERÁRIOS EM VIAGEM		5	10	-99	0	10	10	10									
	MEIO DE TRANSPORTE		5	10	-99	0	5	5	5									
	ESCOLHA DA HORA DA PARTIDA		5	0	-99	0	5	5	5									
	MUDANÇA DE DESTINO		-99	5	-99	-99	-99	0	0									
	DEMANDA INDUZIDA / PREVISTA DE VIAGENS		5	5	-99	-99	-99	-99	5									
			Subtotal															
			RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0															
			SUBTOTAL DOS PESOS															

ANEXO C:

MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA (continuação)

COLUNA 1		COLUNA 2	COLUNA 3							COLUNA 4						
CRITÉRIO		RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS	RELEVÂNCIA DA CATEGORIA DA							Coluna 2 x Coluna 3						
			FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
6	MEDIDAS DE DESEMPENHO ("PERFORMANCE") (0= Não relevante, 5= mais relevante)															
	NÍVEL DE SERVIÇO (LOS)		0	5	10	10	5	5	5							
	VELOCIDADE		10	10	10	10	10	10	10							
	TEMPO DE VIAGEM		5	5	10	10	10	10	10							
	VOLUME DE TRÁFEGO		10	10	10	10	10	10	10							
	DISTÂNCIAS DE VIAGEM		0	0	0	0	0	10	10							
	PASSAGEIROS TRANSPORTADOS		0	5	0	0	0	5	5							
	MÉDIA DE OCUPAÇÃO DOS VEÍCULOS (AVO)		0	5	0	0	0	0	0							
	RELAÇÃO VOLUME/CAPACIDADE		0	10	10	5	5	5	5							
	DENSIDADE		0	0	10	10	10	10	10							
	VMT/PMT		5	10	5	5	10	10	10							
	VHT/PHT		5	10	5	5	10	10	10							
	ATRASOS		5	10	10	10	10	10	10							
	COMPRIMENTO DE FILAS		0	0	10	10	10	10	10							
	NÚMERO DE PARADAS		5	0	0	0	0	5	10							
	ACIDENTES		5	0	0	0	0	5	5							
	DURAÇÃO DE INCIDENTES		0	0	0	0	0	5	5							
	CONFIABILIDADE DO TEMPO DE VIAGEM		5	0	0	0	0	0	0							
	EMISSÕES DE POLUENTES		5	0	0	0	0	5	5							
	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL		5	0	0	0	5	5	5							
	NÍVEL DE RÚIDO DO TRÁFEGO		5	0	0	0	0	0	0							
	MEIO DE TRANSPORTE		0	10	0	5	5	5	5							
	RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO		5	0	0	0	0	0	0							

Subtotal _____
 RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0 _____
 SUBTOTAL DOS PESOS _____

ANEXO C:
MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA (continuação)

COLUNA 1		COLUNA 2	COLUNA 3							COLUNA 4						
CRITÉRIO		RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS	RELEVÂNCIA DA CATEGORIA DA							Coluna 2 x Coluna 3						
			FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS
7	CUSTO EFETIVO DA FERRAMENTA (0= Não relevante, 5= mais relevante)															
	CUSTO DO CAPITAL DA FERRAMENTA		10	0	10	10	5	0	0							
	NIVEL DE ESFORÇO PARA TREINAMENTO		10	0	10	5	5	0	0							
	FACILIDADE DE USO		10	0	10	5	5	0	0							
	CONFIABILIDADE / POPULARIDADE		5	5	10	10	5	0	5							
	REQUISITOS DE HARDWARE		10	5	10	10	10	0	0							
	REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA		10	0	10	10	0	0	0							
	TEMPO DE PROCESSAMENTO		10	5	10	10	10	0	0							
	REQUISITOS APÓS PROCESSAMENTO		5	0	5	5	5	10	10							
	MANUAL DO USUÁRIO		5	5	10	5	5	5	5							
	SUPORTE TÉCNICO		5	10	0	0	5	5	5							
	PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE (PELO USUÁRIO)		5	10	5	5	10	10	10							
	PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO		10	0	10	10	10	10	10							
	INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES		0	5	5	5	5	5	5							
	EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO		0	5	0	0	5	10	10							
			Subtotal													
			RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0													
			SUBTOTAL DOS PESOS													

**ANEXO C:
MÉTODO USDOT - ETAPA 1- TABELA P/ SELEÇÃO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA (continuação)**

COLUNA 5		coluna 6	coluna 7						coluna 8						
CONTEXTOS/CRITÉRIO (0= Não relevante, 5= mais relevante)		RELEVÂNCIA DOS CRITÉRIOS	SUBTOTAL DOS PESOS						Coluna 6 x Coluna 7						
			FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MICROSCÓPICOS	FERRAMENTAS DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS (TDM)	FERRAMENTAS ANALÍTICAS (HCM)	FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO SEMAFÓRICA	MODELOS DE SIMULAÇÃO MACROSCÓPICOS	MODELOS DE SIMULAÇÃO MESOSCÓPICOS
0	CONTEXTO DE ANÁLISE														
1	ESCOPO GEOGRÁFICO														
2	TIPO DE FACILIDADE														
3	MEIO DE TRANSPORTE														
4	ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/ GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES														
5	REAÇÃO (RESPOSTA) DOS USUÁRIOS														
6	MEDIDAS DE DESEMPENHO														
7	CUSTO EFETIVO DA FERRAMENTA														
			TOTAIS DOS PESOS												
			CATEGORIAS DE FERRAMENTAS MAIS APROPRIADAS												

* Utilizar os seguintes valores para a relevancia da categoria da ferramenta: (+)=10 pontos, (0) = 5 pontos, (-)=0 pontos, (na)= -99 pontos

ANEXO D:
MÉTODO USDOT - ETAPA 2- TABELA P/ SELEÇÃO DA FERRAMENTA

125

COLUNA 1		COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5
CRITÉRIO		RELEVÂNCIA DOS SUB-CRITÉRIOS	RELEVÂNCIA DA FERRAMENTA **4	Col 2 x Col 3	COMENTÁRIOS
1	ESCOPO GEOGRÁFICO (0= Não relevante, 5= mais relevante)				
	INTERSEÇÃO ISOLADA OU TREVO				
	TRECHO DE VIA				
	CORREDOR/ REDE VIÁRIA				
	ÁREA OU REGIÃO				
	OUTRO: _____				
				Subtotal	
Nº DE SUB-CRITÉRIOS COM RELEVÂNCIA ACIMA DE 0					
SUBTOTAL PONDERADO					
2	TIPO DE FACILIDADE(0= Não relevante, 5= mais relevante)				
	INTERSEÇÃO ISOLADA				
	ROTATÓRIA				
	VIA ARTERIAL				
	ESTRADA / RODOVIA/ VIAS EXPRESSAS (Highway)				
	AUTO-ESTRADA (Freeway)				
	FAIXA EXCLUSIVA HOV *2				
	FAIXA DE ACESSO EXCLUSIVO HOV *2				
	ALÇAS DE ACESSOS				
	FAIXA AUXILIAR DE CONEXÃO				
	FAIXA DE TRÁFEGO REVERSÍVEL				
	FAIXA EXCLUSIVA CAMINHÕES				
	FAIXA EXCLUSIVA ONIBUS				
	PRAÇA DE PEDÁGIO				
	PASSAGEM DE VIAS FÉRREAS				
	OUTRA: _____				
				Subtotal	
Nº DE SUB-CRITÉRIOS COM RELEVÂNCIA ACIMA DE 0					
SUBTOTAL PONDERADO					
3	MEIO DE TRANSPORTE (0= Não relevante, 5= mais relevante)				
	VEÍCULO COM UM ÚNICO OCUPANTE (SOV *1)				
	VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS (HOV *2)				
	ÔNIBUS				
	TREM				
	CAMINHÃO				
	MOTOCICLETA				
	BICICLETA				
	PEDESTRES				
	OUTRO				
				Subtotal	
Nº DE SUB-CRITÉRIOS COM RELEVÂNCIA ACIMA DE 0					
SUBTOTAL PONDERADO					

ANEXO D:
MÉTODO USDOT - ETAPA 2- TABELA P/ SELEÇÃO DA FERRAMENTA
(continuação)

126

4	ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/ GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES (0= Não relevante, 5= mais relevante)				
	GERENCIAMENTO DE AUTO-ESTRADAS				
	INTERSEÇÕES DAS VIAS ARTERIAIS				
	ÁREAS DE OBRAS/EVENTOS ESPECIAIS				
	SISTEMA AVANÇADO DE TRANSPORTE PÚBLICO				
	SISTEMA AVANÇADO DE INFORMAÇÕES AOS USUÁRIOS				
	MONITORAMENTO DE CRUZAMENTOS COM LINHA FÉRREA				
	OPERAÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS				
	SISTEMA AVANÇADO DE SEGURANÇA E CONTROLE DE VEÍCULOS				
	LEVANTAMENTO/INSPEÇÃO DO TRÁFEGO				
	GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE VIAGENS				
	PROJETOS DE <i>TRAFFIC CALMING</i>				
	CONTROLE DE ESTACIONAMENTO				
	PROGRAMAS CICLOVIÁRIOS				
	CONTROLE DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS				
	OUTRO: _____				
					Subtotal
Nº DE SUB-CRITÉRIOS COM RELEVÂNCIA ACIMA DE 0					
SUBTOTAL PONDERADO					

5	REAÇÃO (RESPOSTA) DOS USUÁRIOS (0= Não relevante, 5= mais relevante)				
	MUDANÇA DE ITINERÁRIO				
	ESCOLHA DA HORA DA PARTIDA				
	MUDANÇA DE MEIO DE TRANSPORTE				
	ESCOLHA DE DESTINO				
	MUDANÇA DE DESTINO				
	OUTRO: _____				
				Subtotal	
Nº DE SUB-CRITÉRIOS COM RELEVÂNCIA ACIMA DE 0					
SUBTOTAL PONDERADO					

ANEXO D:
MÉTODO USDOT - ETAPA 2- TABELA P/ SELEÇÃO DA FERRAMENTA
(continuação)

127

6	MEDIDAS DE DESEMPENHO ("PERFORMANCE") (0= Não relevante, 5= mais relevante)				
	NIVEL DE SERVIÇO				
	VELOCIDADE				
	TEMPO DE VIAGEM				
	VOLUME DE TRÁFEGO				
	DISTANCIAS DE VIAGEM				
	PASSAGEIROS TRANSPORTADOS				
	FREQUÊNCIA DE TRÂNSITO				
	CONFIABILIDADE DE TRÂNSITO				
	MÉDIA DE OCUPAÇÃO DOS VEÍCULOS (AVO *3)				
	RELAÇÃO VOLUME/CAPACIDADE				
	DENSIDADE				
	VMT/PMT				
	VHT/PHT				
	ATRASOS				
	COMPRIMENTO DE FILAS				
	NUMERO DE PARADAS				
	ACIDENTES				
	CONFIABILIDADE DO TEMPO DE VIAGEM				
	EMISSÕES DE POLUENTES				
	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL				
	NÍVEL DE RUIDO DO TRÁFEGO				
	CUSTOS OPERACIONAIS DE VEÍCULOS				
	CUSTOS OPERACIONAIS DE AGENTES				
	MEIO DE TRANSPORTE				
	BENEFÍCIOS MONETÁRIOS				
	BENEFÍCIOS LÍQUIDOS				
	CUSTOS DA IMPLEMENTAÇÃO				
	RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO				
	OUTROS: _____				
				Subtotal	
	Nº DE SUB-CRITÉRIOS COM RELEVÂNCIA ACIMA DE 0				
	SUBTOTAL PONDERADO				

ANEXO D:
MÉTODO USDOT - ETAPA 2- TABELA P/ SELEÇÃO DA FERRAMENTA
(continuação)

128

7	CUSTO EFETIVO DA FERRAMENTA (0= Não relevante, 5= mais relevante)				
	CUSTO DO CAPITAL DA FERRAMENTA				
	NIVEL DE ESFORÇO PARA TREINAMENTO				
	FACILIDADE DE USO				
	CONFIABILIDADE / POPULARIDADE				
	REQUISITOS DE HARDWARE				
	REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA				
	TEMPO DE PROCESSAMENTO				
	REQUISITOS APÓS PROCESSAMENTO				
	DOCUMENTAÇÃO DISPONÍVEL				
	SUORTE TÉCNICO				
	PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE (PELO USUÁRIO)				
	PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO				
	INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES				
	EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO				
	LIMITAÇÕES DO TAMANHO DA REDE				
	COMPATIBILIDADE COM A MAIORIA DOS SISTEMAS OPERACIONAIS				
	CAPACIDADE DE OUTRAS MODELAGENS/ CONDIÇÕES				
	MODELAGEM DE VIAS COM TRÁFEGO PELA MÃO DIREITA				
	OUTRO:				
					Subtotal
					Nº DE SUB-CRITÉRIOS COM RELEVÂNCIA ACIMA DE 0
					SUBTOTAL PONDERADO

	coluna 6	coluna 7	coluna 8	
	CRITÉRIO (0= Não relevante, 5= mais relevante)	PESO DOS CRITÉRIOS	SUBTOTALS PONDERADOS	col 7 x col 8
1	ESCOPO GEOGRÁFICO			
2	TIPO DE FACILIDADE			
3	MEIO DE TRANSPORTE			
4	ESTRATÉGIAS DE CONTROLE /GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES			
5	REAÇÃO (RESPOSTA) DOS USUÁRIOS			
6	MEDIDAS DE DESEMPENHO			
7	CUSTO EFETIVO DA FERRAMENTA			
				SCORE TOTAL

*1 SOV = SINGLE OCCUPANCY VEHICLE

*2 HOV=HIGH OCCUPANCY VEHICLE

*3 AVO=AVERAGE VEHICLE OCCUPANCY

*4 UTILIZAR OS SEGUINTES VALORES PARA A RELEVANCIA DA FERRAMENTA: DE 0 = NÃO REALIZADO
A 5 = AMPLAMENTE REALIZADO PELA FERRAMENTA

SEU NOME
NOME DA DISCIPLINA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO

QUESTÕES DE 1 A 8	(PREENCHER)
QUESITOS PARA ANÁLISE REFERENTES AO ENSINO DO TÓPICO DA DISCIPLINA	GRAU DE IMPORTÂNCIA DE CADA QUESITO

QUESTÃO 1	QUAL O <u>CONTEXTO DE ANÁLISE</u> MAIS EXPLORADO NO ENSINO	ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM
	PLANEJAMENTO	_____
	PROJETO	_____
	OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO	_____

QUESTÃO 2	DE MODO GERAL, QUAL O AMBIENTE GEOGRÁFICO MAIS ESTUDADO	ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM
	INTERSEÇÃO ISOLADA	_____
	TREVO	_____
	TRECHO DE VIA	_____
	CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA	_____
	ÁREA OU REGIÃO	_____

QUESTÃO 3	QUAL O <u>TIPO DE FACILIDADE</u> DE TRANSPORTE MAIS ESTUDADA	ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM
	INTERSEÇÃO ISOLADA	_____
	ROTATÓRIA	_____
	VIA ARTERIAL	_____
	ESTRADA / RODOVIA/ VIAS EXPRESSAS ("Highway")	_____
	AUTO-ESTRADA ("Freeway")	_____
	FAIXAS E ACESSOS EXCLUSIVOS P/ VEÍCULOS C/ ALTA OCUPAÇÃO	_____
	ALÇAS DE ACESSOS	_____
	FAIXAS DE TRÁFEGO REVERSÍVEIS OU AUXILIARES	_____
	FAIXA EXCLUSIVA CAMINHÕES	_____
	FAIXA EXCLUSIVA ONIBUS	_____
	PRAÇA DE PEDÁGIO	_____
	PASSAGEM SOBRE VIAS FÉRREAS	_____

QUESTIONÁRIO APLICADO

PESQUISA: O USO DE "SOFTWARES" NO ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (continuação)

QUESTÃO 4	<p>QUAL O <u>MEIO DE TRANSPORTE</u> COM MAIOR ENFOQUE NO ENSINO</p>	<p>ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM</p>
	<p>VEÍCULOS DE BAIXA OCUPAÇÃO (OU COM Nº DE OCUPANTES INDEFINIDOS)</p> <p>VEÍCULOS COM ALTA OCUPAÇÃO (OU C/ Nº MÍNIMO DEFINIDO DE OCUPANTES)</p> <p>ONIBUS _____</p> <p>TREM _____</p> <p>CAMINHÃO _____</p> <p>MOTOCICLETA _____</p> <p>BICICLETA _____</p> <p>PEDESTRE _____</p>	
QUESTÃO 5	<p>NO ENSINO, QUAIS AS <u>APLICAÇÕES DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO</u> MAIS COMENTADAS</p>	<p>ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM</p>
	<p>GERENCIAMENTO DE AUTO-ESTRADAS _____</p> <p>CONTROLE DE INTERSEÇÕES DAS VIAS ARTERIAIS _____</p> <p>GERENCIAMENTO DE VIAS ARTERIAIS _____</p> <p>GERENCIAMENTO DE INCIDENTES _____</p> <p>GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS _____</p> <p>ÁREAS DE OBRAS _____</p> <p>GERENCIAMENTO DE EVENTOS ESPECIAIS _____</p> <p>SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO _____</p> <p>SISTEMA AVANÇADO DE INFORMAÇÕES E COMUNICAÇÕES PARA USUÁRIOS _____</p> <p>SISTEMA DE PAGAMENTO ELETRÔNICO _____</p> <p>MONITORAMENTO DE CRUZAMENTOS COM LINHA FÉRREA _____</p> <p>OPERAÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS _____</p> <p>SISTEMAS E TÉCNICAS PREVENTIVAS PARA SEGURANÇA E CONTROLE DO TRÁFEGO _____</p> <p>CONTROLE DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS _____</p> <p>GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE VIAGENS _____</p>	
QUESTÃO 6	<p>CONSIDERANDO UM NOVO PROJETO OU UMA ALTERAÇÃO DE SISTEMA VIÁRIO, QUAIS AS <u>REAÇÕES DOS USUÁRIOS</u> MAIS IMPORTANTES PARA AVALIAÇÃO</p>	<p>ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM</p>
	<p>ALTERAÇÃO DO ITINERÁRIO DE VIAGEM _____</p> <p>MUDANÇA NO MODO DE TRANSPORTE _____</p> <p>ALTERAÇÃO DO HORÁRIO DA VIAGEM _____</p> <p>MUDANÇA DO DESTINO DA VIAGEM _____</p> <p>GERAÇÃO/ PREVISÃO DE NOVAS VIAGENS _____</p>	

QUESTIONÁRIO APLICADO

PESQUISA: O USO DE "SOFTWARES" NO ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (continuação)

QUESTÃO 7	QUAIS AS <u>MEDIDAS DE DESEMPENHO</u> <u>("PERFORMANCE") DO TRÁFEGO MAIS</u> IMPORTANTES NO ENSINO	ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM
	NÍVEL DE SERVIÇO _____	
	VELOCIDADE _____	
	TEMPO DE VIAGEM _____	
	VOLUME DE TRÁFEGO _____	
	DISTÂNCIAS DE VIAGEM _____	
	NÚMERO DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS _____	
	OCUPAÇÃO MÉDIA DE VEÍCULOS _____	
	RELAÇÃO VOLUME/CAPACIDADE _____	
	DENSIDADE DO TRÁFEGO _____	
	"VEÍCULOS.KM" OU "PASSAGEIROS.KM" PERCORRIDOS _____	
	"VEÍCULOS.HORA" OU "PASSAGEIROS.HORA" DE VIAGEM _____	
	ATRASOS _____	
	COMPRIMENTO DE FILAS _____	
	NUMERO DE PARADAS _____	
	NÚMERO DE ACIDENTES _____	
	DURAÇÃO DE INCIDENTES (FALHAS MECÂNICAS, FALTA DE COMBUSTÍVEL, ETC) _____	
	PREVISÃO/ EXPECTATIVA DO TEMPO DE VIAGEM _____	
	EMISSÕES DE POLUENTES _____	
	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL _____	
NÍVEL DE RUÍDO DO TRÁFEGO _____		
MODO DE TRANSPORTE UTILIZADO _____		
RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO DO PROJETO _____		
QUESTÃO 8	O QUE É IMPORTANTE CONSIDERAR NA COMPOSIÇÃO DO <u>CUSTO EFETIVO (REAL) DE UM</u> <u>"SOFTWARE" A SER UTILIZADO PARA O ENSINO</u>	ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM
	CUSTO DE AQUISIÇÃO (OU LICENÇAS) DO SOFTWARE _____	
	NÍVEL DE ESFORÇO NECESSÁRIO PARA TREINAMENTO _____	
	FACILIDADE DE USO _____	
	CONFIABILIDADE / POPULARIDADE DO SOFTWARE _____	
	REQUISITOS DE HARDWARE P/ INSTALAÇÃO/ FUNCIONAMENTO _____	
	REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA _____	
	TEMPO DE PROCESSAMENTO _____	
	REQUISITOS NECESSÁRIOS APÓS PROCESSAMENTO _____	
	DISPONIBILIDADE DE MANUAL DO USUÁRIO _____	
	DISPONIBILIDADE DE SUPORTE TÉCNICO _____	
	POSSIBILIDADE DE PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE _____	
	PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO ("DEFAULT") _____	
	POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES _____	
	EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO P/ DEMONSTRAÇÃO EM AULAS _____	

QUESTIONÁRIO APLICADO

PESQUISA: O USO DE "SOFTWARES" NO ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (continuação)

A SEGUIR, ATRIBUIR A IMPORTÂNCIA DE CADA CRITÉRIO EM RELAÇÃO AO OUTRO (OBS: CASO CONSIDERAR TODOS IMPORTANTES IGUALMENTE, ATRIBUIR O MESMO PESO A TODOS)	
CONTEXTO/CRITÉRIO	ATRIBUIR DE 0 (MENOS IMPORTANTE) A 5 (MAIS IMPORTANTE) PARA CADA ITEM
1	CONTEXTO DE ANÁLISE
2	AMBIENTE GEOGRÁFICO
3	TIPO DE FACILIDADE
4	MEIO DE TRANSPORTE
5	ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/ GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES
6	AValiação DA RESPOSTA DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO AO PROJETO/ALTERAÇÕES DO TRÁFEGO
7	MEDIDAS DE DESEMPENHO DO TRÁFEGO
8	CUSTO EFETIVO DO "SOFTWARE"

COMENTÁRIOS SOBRE ESTA PESQUISA:
ALGUM QUESITO QUE V. CONSIDERA IMPORTANTE NÃO FOI ABORDADO? QUAL?
<u>OUTRO(S) COMENTÁRIO(S):</u>

OBRIGADA

RETORNAR ESTE QUESTIONÁRIO PARA:

helonimartinez@yahoo.com.br

Senhor (a) Professor (a):

Sob a orientação do Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Jr., nossa dissertação de mestrado em desenvolvimento no PPGEU – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, da UFSCar, Universidade Federal de São Carlos, tem como tema central a utilização de “softwares” no ensino de tópicos da “Engenharia de Tráfego”.

Estamos estudando um método para escolha de “softwares” a serem utilizados em projetos de tráfego. Como nosso enfoque dirige-se ao “ensino”, o desenvolvimento deste estudo requer o parecer dos professores envolvidos com esta disciplina, sobre a importância relativa de alguns quesitos e considerando uma provável utilização de “softwares” na tarefa de “ensinar engenharia de tráfego”. Esta é a razão pela qual estamos solicitando sua valiosa colaboração.

Para esta pesquisa, preparamos uma tabela, (arquivo em anexo) para a sua análise das questões dentro do contexto em que é ministrada sua disciplina, propostas da ementa e objetivos didáticos. Pedimos a sua opinião a respeito da importância, para a sua disciplina, de cada questão, a qual deve ser traduzida na forma de atribuição de pesos, variando de 0 (menos importante) a 5 (mais importante): são oito perguntas, as quais não tomarão mais do que cinco minutos do seu tempo.

Informamos que enviaremos os resultados sintetizados desta pesquisa para os professores colaboradores que retornarem esta planilha respondida e, não divulgaremos as identidades dos colaboradores, salvo por autorização expressa. Solicitamos o retorno deste questionário até o dia 24/04.

Caso o colega não seja professor de disciplinas da área de engenharia de tráfego e tenha sido incluído na lista inadvertidamente, queira desconsiderar o questionário e nos desculpar; por favor nos informe da falha, respondendo o e-mail.

Antecipadamente, agradecemos,
Atenciosamente

Heloni M. Martorano Martinez

Mestranda em Engenharia Urbana

PPGEU – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

e-mail: helonimartinez@yahoo.com.br

F: 0 (xx) 19 3254-4082; 0 (xx) 19 97957020

ANEXO G:

MESET - PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET

COLUNA 1		COL 2	COLUNA 3							COLUNA 4						
QUESTÕES PRINCIPAIS (CRITÉRIOS)		GRAU DE AVALIAÇÃO DO CONTEXTO/CRITÉRIO **	DESEMPENHO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA *							Coluna 2 x Coluna 3						
			FERRAM. DE ESBOÇO	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS	FERRAM. DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS
1	QUAL O CONTEXTO DE ANÁLISE COMPREENDIDO PELO TÓPICO DA DISCIPLINA A SER DESENVOLVIDO COM O USO DO SOFTWARE															
	PLANEJAMENTO		10	10	5	0	5	5	0							
	PROJETO		-99	5	10	10	10	10	10							
	OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO		5	0	10	10	10	10	10							
	Subtotal															
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DO CONTEXTO > 0																
SUBTOTAL DOS PESOS																
2	QUAL O AMBIENTE GEOGRÁFICO A SER ESTUDADO COM O SOFTWARE NO TÓPICO DA DISCIPLINA															
	INTERSEÇÃO ISOLADA															
	TRECHO DE VIA															
	CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA															
	ÁREA OU REGIÃO															
Subtotal																
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0																
SUBTOTAL DOS PESOS																

ANEXO G:

MESET - PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET (continuação)

3	QUAL O TIPO DE FACILIDADE DE TRANSPORTE A SER ESTUDADA COM O SOFTWARE															
	INTERSEÇÃO ISOLADA		0	5	10	10	10	10	10							
	ROTATÓRIA		0	0	10	0	5	0	5							
	VIA ARTERIAL		10	10	10	10	10	10	10							
	ESTRADA / RODOVIA/ VIAS EXPRESSAS ("Highway")		10	10	10	5	10	10	10							
Subtotal																
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0																
SUBTOTAL DOS PESOS																

4	QUAIS OS MEIOS DE TRANSPORTE MAIS IMPORTANTES RELACIONADOS AO ESTUDO DO TOPICO DA DISCIPLINA A SER DESENVOLVIDO COM O SOFTWARE															
	VEÍCULOS EM GERAL		10	10	10	10	10	10	10							
	ONIBUS		5	10	5	5	5	10	10							
	CAMINHÃO		5	5	5	5	5	5	5							
	PEDESTRE		5	0	5	5	5	5	5							
Subtotal																
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0																
SUBTOTAL DOS PESOS																

ANEXO G:

MESET - PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET (continuação)

5	QUAIS AS APLICAÇÕES DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO MAIS IMPORTANTES A SEREM DESENVOLVIDAS OU AVALIADAS COM USO DO SOFTWARE														
	CONTROLE DE INTERSEÇÕES DAS VIAS ARTERIAIS		0	0	10	10	10	10	10						
	VIAS ARTERIAIS		5	5	5	10	10	10	10						
	SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO		5	0	0	0	0	0	5						
	SISTEMAS/ TÉCNICAS PREVENTIVAS P/ SEGURANÇA E CONTROLE DO TRÁFEGO		5	0	0	0	0	0	5						
	DEMANDA DE VIAGENS		10	10	5	0	5	5	5						
Subtotal															
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0															
SUBTOTAL DOS PESOS															

6	PARA OS ESTUDOS OU PROJETOS A SEREM DESENVOLVIDOS COM O USO DO SOFTWARE, QUAIS AS REAÇÕES DOS USUÁRIOS MAIS IMPORTANTES PARA AVALIAÇÃO														
	ALTERAÇÃO DO ITINERÁRIO DE VIAGEM		5	10	-99	0	10	10	10						
	MUDANÇA NO MODO DE TRANSPORTE		5	10	-99	0	5	5	5						
	ALTERAÇÃO DO HORÁRIO DA VIAGEM		5	0	-99	0	5	5	5						
	MUDANÇA DO DESTINO DA VIAGEM		-99	5	-99	-99	-99	0	0						
	GERAÇÃO DE NOVAS VIAGENS		5	5	-99	-99	-99	-99	5						
Subtotal															
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0															
SUBTOTAL DOS PESOS															

ANEXO G:

MESET - PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET (continuação)

QUAIS AS MEDIDAS DE DESEMPENHO ("PERFORMANCE") DO TRÁFEGO MAIS IMPORTANTES NO TÓPICO DA DISCIPLINA PARA SEREM DESENVOLVIDAS OU AVALIADAS COM O USO DO SOFTWARE																
7	NIVEL DE SERVIÇO		0	5	10	10	5	5	5							
	VELOCIDADE		10	10	10	10	10	10	10							
	TEMPO DE VIAGEM		5	5	10	10	10	10	10							
	VOLUME DE TRÁFEGO		10	10	10	10	10	10	10							
	DISTANCIAS DE VIAGEM		0	0	0	0	0	10	10							
	Nº DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS		0	5	0	0	0	5	5							
	RELAÇÃO VOLUME/CAPACIDADE		0	10	10	5	5	5	5							
	DENSIDADE DO TRÁFEGO		0	0	10	10	10	10	10							
	VEÍCULOS. KM OU PASSAGEIROS.KM PERCORRIDOS		5	10	5	5	10	10	10							
	VEÍCULOS.HORA OU PASSAGEIROS.HORA DE VIAGEM		5	10	5	5	10	10	10							
	ATRASOS		5	10	10	10	10	10	10							
	COMPRIMENTO DE FILAS		0	0	10	10	10	10	10							
	NUMERO DE PARADAS		5	0	0	0	0	5	10							
	NÚMERO DE ACIDENTES		5	0	0	0	0	5	5							
	EMISSIONES DE POLUENTES		5	0	0	0	0	5	5							
	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL		5	0	0	0	5	5	5							
	MODO DE TRANSPORTE UTILIZADO		0	10	0	5	5	5	5							
	RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO DO PROJETO		5	0	0	0	0	0	0							
	Subtotal															
	Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0															
SUBTOTAL DOS PESOS																

ANEXO G:

MESET - PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET (continuação)

CUSTO EFETIVO: CONSIDERANDO A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FÍSICOS, HUMANOS E FINANCEIROS DISPONÍVEIS, ESTABELECEM PRIORIDADES DE REQUISITOS DO SOFTWARE A SER UTILIZADO (0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE)															
8	CUSTO DE AQUISIÇÃO (OU LICENÇAS)		10	0	10	10	5	0	0						
	NÍVEL DE ESFORÇO NECESSÁRIO P/ TREINAMENTO		10	0	10	5	5	0	0						
	FACILIDADE DE USO		10	0	10	5	5	0	0						
	CONFIABILIDADE / POPULARIDADE		5	5	10	10	5	0	5						
	REQUISITOS DE HARDWARE P/ INSTALAÇÃO/ FUNCIONAMENTO		10	5	10	10	10	0	0						
	REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA		10	0	10	10	0	0	0						
	REQUISITOS NECESSÁRIOS APÓS PROCESSAMENTO		5	0	5	5	5	10	10						
	DISPONIBILIDADE DE MANUAL DO USUÁRIO		5	5	10	5	5	5	5						
	DISPONIBILIDADE DE SUPORTE TÉCNICO		5	10	0	0	5	5	5						
	POSSIBILIDADE DE PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE		5	10	5	5	10	10	10						
	PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO ("DEFAULT")		10	0	10	10	10	10	10						
	POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES		0	5	5	5	5	5	5						
	EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO P/ DEMONSTRAÇÃO EM AULAS		0	5	0	0	5	10	10						
	Subtotal														
Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0															
SUBTOTAL DOS PESOS															

ANEXO G:

MESET - PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET (continuação)

CUSTO EFETIVO: CONSIDERANDO A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FÍSICOS, HUMANOS E FINANCEIROS DISPONÍVEIS, ESTABELECEM PRIORIDADES DE REQUISITOS DO SOFTWARE A SER UTILIZADO (0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE)															
8	CUSTO DE AQUISIÇÃO (OU LICENÇAS)		10	0	10	10	5	0	0						
	NÍVEL DE ESFORÇO NECESSÁRIO P/ TREINAMENTO		10	0	10	5	5	0	0						
	FACILIDADE DE USO		10	0	10	5	5	0	0						
	CONFIABILIDADE / POPULARIDADE		5	5	10	10	5	0	5						
	REQUISITOS DE HARDWARE P/ INSTALAÇÃO/ FUNCIONAMENTO		10	5	10	10	10	0	0						
	REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA		10	0	10	10	0	0	0						
	REQUISITOS NECESSÁRIOS APÓS PROCESSAMENTO		5	0	5	5	5	10	10						
	DISPONIBILIDADE DE MANUAL DO USUÁRIO		5	5	10	5	5	5	5						
	DISPONIBILIDADE DE SUPORTE TÉCNICO		5	10	0	0	5	5	5						
	POSSIBILIDADE DE PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE		5	10	5	5	10	10	10						
	PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO ("DEFAULT")		10	0	10	10	10	10	10						
	POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES		0	5	5	5	5	5	5						
	EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO P/ DEMONSTRAÇÃO EM AULAS		0	5	0	0	5	10	10						
	Subtotal														
Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0															
SUBTOTAL DOS PESOS															

ANEXO G:

MESET - PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET (continuação)

COLUNA 5		COL 6	COLUNA 7						COLUNA 8						
CONSIDERANDO AS QUESTÕES DE 1 A 7, RELATIVAS AO DESEMPENHO TÉCNICO DO SOFTWARE PARA O TÓPICO DA DISCIPLINA E A QUESTÃO DE ANÁLISE DE CUSTO DO SOFTWARE (QUESTÃO 8) ESTABELEÇA UM GRAU DE IMPORTANCIA ENTRE AS MESMAS		RELEVÂNCIA DOS CRITÉRIOS	SUBTOTAL DOS PESOS						Coluna 6 x Coluna 7						
			FERRAM. DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM.ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD.DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS	FERRAM. DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM.ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD.DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS
0	CONTEXTO DE ANÁLISE COMPREENDIDO														
1	AMBIENTE GEOGRÁFICO A SER ESTUDADO														
2	TIPO DE FACILIDADE A SER ESTUDADA														
3	MEIOS DE TRANSPORTE MAIS IMPORTANTES														
4	ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES														
5	AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO AO PROJETO/ALTERAÇÕES DO TRÁFEGO														
6	MEDIDAS DE DESEMPENHO DO TRÁFEGO A SEREM OBTIDAS														
7	CUSTO EFETIVO DO "SOFTWARE"														
		TOTALIS DOS PESOS													
		CATEGORIAS DE FERRAMENTAS MAIS APROPRIADAS													

* UTILIZAR OS SEGUINTE VALORES PARA O DESEMPENHO DAS FERRAMENTAS: (+)=10 pontos, (0) = 5 pontos, (-)=0 pontos, (na)= -99 pontos

** PARA O GRAU DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS, UTILIZAR : 0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE

**ANEXO H:
 APLICAÇÃO DA MESET- PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET**

COLUNA 1		COL 2	COLUNA 3							COLUNA 4						
QUESTÕES PRINCIPAIS (CRITÉRIOS)		GRAU DE AVALIAÇÃO DO CONTEXTO/CRITÉRIO **	DESEMPENHO DA CATEGORIA DA FERRAMENTA *							Coluna 2 x Coluna 3						
			FERRAM. DE ESBOÇO	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS	FERRAM. DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS
1	QUAL O CONTEXTO DE ANÁLISE COMPREENDIDO PELO TÓPICO DA DISCIPLINA A SER DESENVOLVIDO COM O USO DO SOFTWARE															
	PLANEJAMENTO	4,3	10	10	5	0	5	5	0	43	43	21,5	0	21,5	21,5	0
	PROJETO	3,9	-99	5	10	10	10	10	10	-386	19,5	39	39	39	39	39
	OPERAÇÃO / CONSTRUÇÃO	3,7	5	0	10	10	10	10	10	18,5	0	37	37	37	37	37
	Subtotal			-325	62,5	97,5	76	97,5	97,5	76	-325	62,5	97,5	76	97,5	97,5
Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DO CONTEXTO > 0			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SUBTOTAL DOS PESOS			-108	20,83	32,5	25,33	32,5	32,5	25,33	-108	20,83	32,5	25,33	32,5	32,5	25,33
2	QUAL O AMBIENTE GEOGRÁFICO A SER ESTUDADO COM O SOFTWARE NO TÓPICO DA DISCIPLINA															
	INTERSEÇÃO ISOLADA	3,9	-99	-99	10	10	10	5	10	-386	-386	39	39	39	19,5	39
	TRECHO DE VIA	3,6	-99	0	10	5	10	10	10	-356	0	36	18	36	36	36
	CORREDOR ARTERIAL / REDE VIÁRIA	3,7	-99	5	0	0	10	10	10	-366	18,5	0	0	37	37	37
	ÁREA OU REGIÃO	3,2	-99	5	-99	-99	0	0	5	-317	16	-317	-317	0	0	16
Subtotal			-1426	-352	-242	-260	112	92,5	128	-1426	-352	-242	-260	112	92,5	128
Nº DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SUBTOTAL DOS PESOS			-285	-70,3	-48,4	-52	22,4	18,5	25,6	-285	-70,3	-48,4	-52	22,4	18,5	25,6

ANEXO H:
APLICAÇÃO DA MESET- PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET
(continuação)

3	QUAL O TIPO DE FACILIDADE DE TRANSPORTE A SER ESTUDADA COM O SOFTWARE																
	INTERSEÇÃO ISOLADA	4,2	0	5	10	10	10	10	10	0	21	42	42	42	42	42	
	ROTATÓRIA	3,1	0	0	10	0	5	0	5	0	0	31	0	15,5	0	15,5	
	VIA ARTERIAL	3,7	10	10	10	10	10	10	10	37	37	37	37	37	37	37	
	ESTRADA / RODOVIA/ VIAS EXPRESSAS ("Highway")	3,1	10	10	10	5	10	10	10	31	31	31	15,5	31	31	31	
	Subtotal										68	89	141	94,5	125,5	110	125,5
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0										5	5	5	5	5	5	5	
SUBTOTAL DOS PESOS										13,6	17,8	28,2	18,9	25,1	22	25,1	

4	QUAIS OS MEIOS DE TRANSPORTE MAIS IMPORTANTES RELACIONADOS AO ESTUDO DO TOPICO DA DISCIPLINA A SER DESENVOLVIDO COM O SOFTWARE																
	VEÍCULOS EM GERAL	4,3	10	10	10	10	10	10	10	43	43	43	43	43	43	43	
	ONIBUS	4,1	5	10	5	5	5	10	10	20,5	41	20,5	20,5	20,5	41	41	
	CAMINHÃO	3,1	5	5	5	5	5	5	5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	
	PEDESTRE	3,7	5	0	5	5	5	5	5	18,5	0	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	
	Subtotal										97,5	99,5	97,5	97,5	97,5	118	118
N° DE GRAUS DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS > 0										5	5	5	5	5	5	5	
SUBTOTAL DOS PESOS										19,5	19,9	19,5	19,5	19,5	23,6	23,6	

ANEXO H:
APLICAÇÃO DA MESET- PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET
(continuação)

5	QUAIS AS APLICAÇÕES DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO MAIS IMPORTANTES A SEREM DESENVOLVIDAS OU AVALIADAS COM USO DO SOFTWARE															
	CONTROLE DE INTERSEÇÕES DAS VIAS ARTERIAIS	4	0	0	10	10	10	10	10	0	0	40	40	40	40	40
	VIAS ARTERIAIS	3,7	5	5	5	10	10	10	10	18,5	18,5	18,5	37	37	37	37
	SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO	3,8	5	0	0	0	0	0	5	19	0	0	0	0	0	19
	SISTEMAS/ TÉCNICAS PREVENTIVAS P/ SEGURANÇA E CONTROLE DO TRÁFEGO	3,8	5	0	0	0	0	0	5	19	0	0	0	0	0	19
	DEMANDA DE VIAGENS	3,1	10	10	5	0	5	5	5	31	31	15,5	0	15,5	15,5	15,5
	Subtotal									87,5	49,5	74	77	92,5	92,5	130,5
GRAU DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0									5	5	5	5	5	5	5	
SUBTOTAL DOS PESOS									17,5	9,9	14,8	15,4	18,5	18,5	26,1	

6	PARA OS ESTUDOS OU PROJETOS A SEREM DESENVOLVIDOS COM O USO DO SOFTWARE, QUAIS AS REAÇÕES DOS USUÁRIOS MAIS IMPORTANTES PARA AVALIAÇÃO															
	ALTERAÇÃO DO ITINERÁRIO DE VIAGEM	4,2	5	10	-99	0	10	10	10	21	42	-416	0	42	42	42
	MUDANÇA NO MODO DE TRANSPORTE	3,7	5	10	-99	0	5	5	5	18,5	37	-366	0	18,5	18,5	18,5
	ALTERAÇÃO DO HORÁRIO DA VIAGEM	3,8	5	0	-99	0	5	5	5	19	0	-376	0	19	19	19
	MUDANÇA DO DESTINO DA VIAGEM	3,5	-99	5	-99	-99	-99	0	0	-347	17,5	-347	-347	-347	0	0
	GERAÇÃO DE NOVAS VIAGENS	3,9	5	5	-99	-99	-99	-99	5	19,5	19,5	-386	-386	-386	-386	19,5
	Subtotal									-269	116	-1891	-733	-653	-307	99
GRAU DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0									5	5	5	5	5	5	5	
SUBTOTAL DOS PESOS									-53,7	23,2	-378	-147	-131	-61,3	19,8	

ANEXO H:
APLICAÇÃO DA MESET- PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET
(continuação)

QUAIS AS MEDIDAS DE DESEMPENHO ("PERFORMANCE") DO TRÁFEGO MAIS IMPORTANTES NO TÓPICO DA DISCIPLINA PARA SEREM DESENVOLVIDAS OU AVALIADAS COM O USO DO SOFTWARE																	
7	NIVEL DE SERVIÇO	4,4	0	5	10	10	5	5	5	0	22	44	44	22	22	22	
	VELOCIDADE	4,1	10	10	10	10	10	10	10	41	41	41	41	41	41	41	
	TEMPO DE VIAGEM	4,2	5	5	10	10	10	10	10	21	21	42	42	42	42	42	
	VOLUME DE TRÁFEGO	4,4	10	10	10	10	10	10	10	44	44	44	44	44	44	44	
	DISTANCIAS DE VIAGEM	3,1	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	31	31	
	Nº DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS	3,4	0	5	0	0	0	5	5	0	17	0	0	0	17	17	
	RELAÇÃO VOLUME/CAPACIDADE	4,3	0	10	10	5	5	5	5	0	43	43	21,5	21,5	21,5	21,5	
	DENSIDADE DO TRÁFEGO	3,8	0	0	10	10	10	10	10	0	0	38	38	38	38	38	
	VEÍCULOS. KM OU PASSAGEIROS.KM PERCORRIDOS	3,4	5	10	5	5	10	10	10	17	34	17	17	34	34	34	
	VEÍCULOS.HORA OU PASSAGEIROS.HORA DE VIAGEM	3,4	5	10	5	5	10	10	10	17	34	17	17	34	34	34	
	ATRASOS	3,8	5	10	10	10	10	10	10	19	38	38	38	38	38	38	
	COMPRIMENTO DE FILAS	3,5	0	0	10	10	10	10	10	0	0	35	35	35	35	35	
	NUMERO DE PARADAS	3,3	5	0	0	0	0	5	10	16,5	0	0	0	0	16,5	33	
	NÚMERO DE ACIDENTES	4,6	5	0	0	0	0	5	5	23	0	0	0	0	23	23	
	EMISSIONES DE POLUENTES	3,1	5	0	0	0	0	5	5	15,5	0	0	0	0	15,5	15,5	
	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	3	5	0	0	0	5	5	5	15	0	0	0	15	15	15	
	MODO DE TRANSPORTE UTILIZADO	3,3	0	10	0	5	5	5	5	0	33	0	16,5	16,5	16,5	16,5	
	RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO DO PROJETO	4	5	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	
	Subtotal										249	327	359	354	381	484	500,5
	GRAU DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0										22	22	22	22	22	22	22
SUBTOTAL DOS PESOS										11,32	14,86	16,32	16,09	17,32	22	22,75	

ANEXO H:
APLICAÇÃO DA MESET- PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET
(continuação)

CUSTO EFETIVO: CONSIDERANDO A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FÍSICOS, HUMANOS E FINANCEIROS DISPONÍVEIS, ESTABELECEM PRIORIDADES DE REQUISITOS DO SOFTWARE A SER UTILIZADO (0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE)																	
8	CUSTO DE AQUISIÇÃO (OU LICENÇAS)	4,6	10	0	10	10	5	0	0	46	0	46	46	23	0	0	
	NIVEL DE ESFORÇO NECESSÁRIO P/ TREINAMENTO	4,2	10	0	10	5	5	0	0	42	0	42	21		0	0	
	FACILIDADE DE USO	4,7	10	0	10	5	5	0	0	47	0	47	23,5		0	0	
	CONFIABILIDADE / POPULARIDADE	4,1	5	5	10	10	5	0	5	20,5	20,5	41	41		0	20,5	
	REQUISITOS DE HARDWARE P/ INSTALAÇÃO/ FUNCIONAMENTO	3,6	10	5	10	10	10	0	0	36	18	36	36		0	0	
	REQUISITOS DE DADOS DE ENTRADA	4,1	10	0	10	10	0	0	0	41	0	41	41		0	0	
	REQUISITOS NECESSÁRIOS APÓS PROCESSAMENTO	3,2	5	0	5	5	5	10	10	16	0	16	16		32	32	
	DISPONIBILIDADE DE MANUAL DO USUÁRIO	4,6	5	5	10	5	5	5	5	23	23	46	23		23	23	
	DISPONIBILIDADE DE SUPORTE TÉCNICO	4,4	5	10	0	0	5	5	5	22	44	0	0		22	22	
	POSSIBILIDADE DE PERSONALIZAÇÃO DE PARÂMETROS-CHAVE	4,4	5	10	5	5	10	10	10	22	44	22	22		44	44	
	PROVISÃO DE VALORES DE CONFIGURAÇÃO ("DEFAULT")	3,9	10	0	10	10	10	10	10	39	0	39	39		39	39	
	POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO COM OUTROS SOFTWARES	4,2	0	5	5	5	5	5	5	0	21	21	21		21	21	
	EFEITOS DE ANIMAÇÃO/ APRESENTAÇÃO P/ DEMONSTRAÇÃO EM AULAS	3,7	0	5	0	0	5	10	10	0	18,5	0	0		37	37	
	Subtotal										354,5	189	397	329,5	23	218	238,5
	GRAU DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS ACIMA DE 0										13	13	13	13	13	13	13
	SUBTOTAL DOS PESOS										27,27	14,54	30,54	25,35	1,769	16,77	18,35

**ANEXO H:
 APLICAÇÃO DA MESET- PROCEDIMENTO 1 - SELEÇÃO DE CATEGORIAS DE FERRAMENTAS P/ O ENSINO DE ET
 (continuação)**

COLUNA 5		COL 6	COLUNA 7						COLUNA 8							
CONSIDERANDO AS QUESTÕES DE 1 A 7, RELATIVAS AO DESEMPENHO TÉCNICO DO SOFTWARE PARA O TÓPICO DA DISCIPLINA E A QUESTÃO DE ANÁLISE DE CUSTO DO SOFTWARE (QUESTÃO 8) ESTABELEÇA UM GRAU DE IMPORTANCIA ENTRE AS MESMAS (0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE)		RELEVÂNCIA DOS CRITÉRIOS	SUBTOTAL DOS PESOS						Coluna 6 x Coluna 7							
			FERRAM. DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS	FERRAM. DE ESBOÇO (Sketch Plan)	MOD. DE DEMANDA DE VIAGENS	FERRAM. ANALÍTICAS (HCM)	FERRAM. DE OTIMIZAÇÃO SEMAF.	MOD. DE SIMUL. MACROSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MESOSCÓPICOS	MOD. DE SIMUL. MICROSCÓPICOS
0	CONTEXTO DE ANÁLISE COMPREENDIDO	3,8	-108	20,83	32,5	25,33	32,5	32,5	25,33	-411	79,17	123,5	96,27	123,5	123,5	96,27
1	AMBIENTE GEOGRÁFICO A SER ESTUDADO	3,6	-285	-70,3	-48,4	-52	22,4	18,5	25,6	-1026	-253	-174	-187	80,64	66,6	92,16
2	TIPO DE FACILIDADE A SER ESTUDADA	3,9	13,6	17,8	28,2	18,9	25,1	22	25,1	53,04	69,42	110	73,71	97,89	85,8	97,89
3	MEIOS DE TRANSPORTE MAIS IMPORTANTES	4,1	19,5	19,9	19,5	19,5	19,5	23,6	23,6	79,95	81,59	79,95	79,95	79,95	96,76	96,76
4	ESTRATÉGIAS DE CONTROLE/GERENCIAMENTO E APLICAÇÕES	3,8	17,5	9,9	14,8	15,4	18,5	18,5	26,1	66,5	37,62	56,24	58,52	70,3	70,3	99,18
5	AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO AO PROJETO/ALTERAÇÕES DO TRÁFEGO	3,8	-53,7	23,2	-378	-147	-131	-61,3	19,8	-204	88,16	-1437	-557	-496	-233	75,24
6	MEDIDAS DE DESEMPENHO DO TRÁFEGO A SEREM OBTIDAS	4,4	11,32	14,86	16,32	16,09	17,32	22	22,75	49,8	65,4	71,8	70,8	76,2	96,8	100,1
7	CUSTO EFETIVO DO "SOFTWARE"	3,9	27,27	14,54	30,54	25,35	1,769	16,77	18,35	106,4	56,7	119,1	98,85	6,9	65,4	71,55
TOTAIS DOS PESOS										-1286	224,9	-1051	-266	39,02	372,1	729,1
CATEGORIAS DE FERRAMENTAS MAIS APROPRIADAS																

* UTILIZAR OS SEGUINTE VALORES PARA O DESEMPENHO DAS FERRAMENTAS: (+)=10 pontos, (0) = 5 pontos, (-)=0 pontos, (na)= -99 pontos/

** PARA O GRAU DE AVALIAÇÃO DOS SUB-CRITÉRIOS, UTILIZAR : 0 =NÃO IMPORTANTE A 5= MAIS IMPORTANTE