

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**PROCEDIMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS
PRINCIPAIS PARÂMETROS DOS MICROSSIMULADORES
A SEREM CONSIDERADOS NO PROCESSO DE
CALIBRAÇÃO**

ROSEMARY JANNETH LLANQUE AYALA

ORIENTADORA: MARIA ALICE PRUDÊNCIO JACQUES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES

PUBLICAÇÃO: T.DM – 004 A/2013

BRASÍLIA / DF: ABRIL / 2013.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROCEDIMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS
PARÂMETROS DOS MICROSSIMULADORES A SEREM
CONSIDERADOS NO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO

ROSEMARY JANNETH LLANQUE AYALA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM TRANSPORTES.

APROVADA POR:

Prof^a Maria Alice Prudêncio Jacques , PhD (UnB)
(Orientadora)

Prof^a. Michelle Andrade, Dr (UnB)
(Examinador Interno)

Prof Manoel Mendonça de Castro Neto, PhD (UFC)
(Examinador Externo)

BRASÍLIA/DF, 19 DE ABRIL DE 2013.

FICHA CATALOGRÁFICA

LLANQUE AYALA, ROSEMARY JANNETH

Procedimento para Identificação dos Principais Parâmetros dos Microsimuladores a serem Considerados no Processo de Calibração [Distrito Federal] 2013.

xxi, 246 p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2013).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Calibração de parâmetros

2. Microsimulação

3. Engenharia de tráfego

4. Vias urbanas

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AYALA, R. J. L. (2013). Procedimento para Identificação dos Principais Parâmetros dos Microsimuladores a serem Considerados no Processo de Calibração. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação: T. DM – 004 A/2013, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 246p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Rosemary Janneth Llanque Ayala.

TÍTULO: Procedimento para Identificação dos Principais Parâmetros dos Microsimuladores a serem Considerados no Processo de Calibração.

GRAU: Mestre

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Rosemary Janneth Llanque Ayala
janneth.civil.100@gmail.com
UnB COLINA BL K AP 204
CEP: 70.904.111 – Brasília/DF – Brasil

“Há pessoas que transformam o sol numa simples mancha amarela. Mas há, também, aquelas que fazem de uma simples mancha amarela, o próprio Sol” (Pablo Picasso)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha amada família pelo seu infinito amor e compreensão.
Warita, minha linda flor, este trabalho está dedicado especialmente para você.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas benções concedidas.

Agradeço à minha amada família, em especial aos meus pais Alberto e Petra, obrigada pelo apoio durante todas as mudanças que tive na minha vida, sendo o mestrado uma delas.

Agradeço aos professores do Programa de pós-graduação em Transportes da UnB. Obrigada pelo auxílio constante, pela boa vontade em ajudar os alunos, e pelo empenho para o crescimento do programa.

Agradecimento especial à minha orientadora, professora Maria Alice. Obrigada por ter acreditado em meu trabalho, pela imensa paciência que teve comigo. Não tenho palavras para expressar a minha infinita admiração.

Agradeço a Professora Adelaida pelo imenso apoio durante a realização do curso e na minha estadia em Brasília, Professor Pastor pelo apoio e palavras de valor durante o curso, a Professora Michelle pelo apoio durante a conclusão deste projeto de dissertação e amizade.

Agradeço aos amigos do PPGT: Erika, Ana Sheila, Ângela, Hudson, Andréia, Monica, Romea, Mylka, Marcia, Roberta, Fabiane, Paulo, Rodrigo, Ronny, Grazi, Fernanda, Cristiane, Fabiola, prof. Adelaida (além de professora é uma amiga), Thelma. Brasília: Ozânia, Raquel, Elisangela, Michelle, equipe Univôlei, Julio, Juan. Em fim, agradeço a todas essas pessoas que me deram carinho e força de ânimo para continuar neste belo país.

Agradeço ao órgão CNPQ pelo apoio financeiro durante o período do mestrado.

RESUMO

PROCEDIMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS DOS MICROSSIMULADORES A SEREM CONSIDERADOS NO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO

A utilização de microssimuladores para as atividades de *planejamento* e gerenciamento do tráfego depende diretamente da capacidade dos programas em bem representar as diferentes situações em análise. Isto é, depende da qualidade da calibração dos seus parâmetros. Os microssimuladores de tráfego disponíveis no mercado apresentam muitos parâmetros, cuja calibração total torna o processo bastante complexo e dificulta sua realização. Uma das dificuldades enfrentadas pela maioria dos técnicos no uso destas ferramentas é, portanto, realizar essa calibração dentro das limitações de tempo e recursos disponíveis.

Neste contexto, o presente trabalho visa contribuir para a superação desta dificuldade, mediante o desenvolvimento de um procedimento para a identificação dos parâmetros mais importantes para a calibração de um dado microssimulador de tráfego. Isto é, a determinação de parâmetros que sejam necessários e suficientes para garantir a adequada calibração do simulador. O procedimento proposto inclui as seguintes etapas: definição da situação a ser estudada; condições gerais dos cenários; caracterização dos cenários; estabelecimento das medidas de desempenho; definição do conjunto de parâmetros e dos respectivos valores; simulação dos cenários; análise estatística da significância de cada parâmetro sobre o resultado de cada simulação; e identificação dos principais parâmetros.

A eficácia do procedimento foi testada no Aimsun, considerando a simulação de cenários localizados em áreas urbanas. Este teste revelou que o procedimento atingiu plenamente seus objetivos, permitindo a identificação de parâmetros importantes de calibração, considerando todos os cenários avaliados e, também, subconjuntos de cenários. Para o caso de todos os cenários, por exemplo, foram obtidos três conjuntos de parâmetros. O primeiro deles, aplicável a todos os cenários, contém somente a variação do tempo de reação do condutor na seção; o segundo conjunto, aplicável a mais de 75% dos cenários, inclui a aceleração máxima, o fator de sensibilidade e o tempo de reação na rede; e o terceiro conjunto, aplicável a mais de 50% dos cenários, inclui a distância mínima entre veículos e o tempo máximo de cessão de preferência.

ABSTRACT

MICROSIMULATOR PARAMETER SCREENING PROCEDURE FOR CALIBRATION PROCESSES

The use of microsimulators in traffic planning and management activities is directly dependant on how well the programs are able to represent the different situations under analysis and, consequently, they depend on the quality of parameter calibration. Traffic microsimulators currently available in the market work with a very large number of parameters making their total calibration a highly complex process that is difficult to achieve. Thus, for most technical staff using such tools, the challenge is how to achieve that calibration within the limitations of the time and resources available.

This work sets out to address that challenge by developing a procedure for identifying the most important parameters whose calibration is not only essential but sufficient to ensure the adequate calibration of a given microsimulator. The proposed procedure includes the *following* stages: definition of the situation to be studied; general conditions of the scenario; establishing performance measurements; defining the set of parameters and their respective values; statistical analysis of parameter significance for the results of each simulation; and formal identification of the main parameters.

Procedure efficacy was tested using Aimsun microsimulator, simulating simple scenarios located in an urban environment. Testing showed that the procedure fully achieved its objective, making it possible to identify the most important parameters for calibration, considering all the scenarios and sets of sub-scenarios evaluated. For the case of parameters applicable to all scenarios, three sets were obtained. The first, applicable to all scenarios, contained only the variation of driver reaction time in the section; the second set, applicable to over 75% of the scenarios and situations studied, included maximum acceleration, the sensitivity factor and reaction time in the network; and the third set, applicable to over 50% of the scenarios and situations studied, included the minimum distance between vehicles and the maximum time for giving right of way. The results obtained, however, show that it would be desirable to expand the range of types of situations tested to include complex traffic networks, the presence of different types of vehicle and the presence of pedestrians, among others.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE FIGURAS	XVIII
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.2 - HIPÓTESE	3
1.3 - OBJETIVOS.....	3
1.4 - JUSTIFICATIVA	4
1.5 - METODOLOGIA.....	5
1.6 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	7
2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MICROSSIMULADORES DE TRÁFEGO	9
2.1 - ESTRUTURA BÁSICA	9
2.1.1 - <i>Simulador VISSIM</i>	9
2.1.1.1 - <i>Car-following</i> no VISSIM.....	10
2.1.1.2 - <i>Lane-changing</i> no VISSIM	10
2.1.2 - <i>O simulador CORSIM</i>	11
2.1.2.1 - <i>Car-following</i> no CORSIM.....	11
2.1.2.2 - <i>Lane-changing</i> no CORSIM	12
2.1.3 - <i>O simulador SimTraffic</i>	12
2.1.3.1 - <i>Car-following</i> no SimTraffic.....	13
2.1.3.2 - <i>Lane-changing</i> no SimTraffic	13
2.1.4 - <i>O simulador TranSim</i>	13
2.1.5 - <i>O simulador DRACULA</i>	13
2.1.5.1 - <i>Car-following</i> no DRACULA	14
2.1.5.2 - <i>Lane-changing</i> no DRACULA	14
2.1.6 - <i>O simulador Aimsun</i>	14
2.1.6.1 - <i>Modelo car-following</i> no Aimsun	15
2.1.6.2 - <i>Modelo lane-changing</i> no Aimsun.....	17
2.1.6.3 - <i>Aceitação de gap</i> no Aimsun.....	20
2.1.6.4 - <i>O car-following</i> em duas faixas no Aimsun	21
2.2 - PROCESSO DE CALIBRAÇÃO	21
2.3 - PARÂMETROS IMPORTANTES PARA CALIBRAÇÃO IDENTIFICADOS EM ESTUDOS ANTERIORES	23
2.3.1 - <i>Cenários</i>	23
2.3.2 - <i>Aplicação de técnica para seleção de parâmetros importantes</i>	24

2.4 -	TÓPICOS CONCLUSIVOS DO CAPITULO.....	30
3 -	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO MICROSSIMULADOR AIMSUN	31
3.1 -	PROCESSO DE SIMULAÇÃO NO AIMSUN	31
3.1 -	ELEMENTOS DA SIMULAÇÃO MICROSCÓPICA NO PROGRAMA	34
3.1.1 -	<i>Parâmetros locais da seção</i>	35
3.1.2 -	<i>Atributos do veículo</i>	42
3.1.2.1 -	Características gerais para cada tipo de veículo	45
3.1.2.2 -	Características gerais para todos os veículos.....	47
3.1.2.3 -	Características dos condutores dos veículos.....	49
3.1.3 -	<i>Parâmetros globais da rede (parâmetros do cenário ou experimento)</i>	50
3.1.3.1 -	Comportamento geral dos veículos	51
3.1.3.2 -	Parâmetros referentes a tempo	56
3.2 -	PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE OS PARÂMETROS PRESENTES NAS DUAS VERSÕES ESTUDADAS	58
3.3 -	PARÂMETROS QUE PODEM SER CALIBRADOS	60
3.4 -	TÓPICOS CONCLUSIVOS DO CAPITULO.....	63
4 -	PROCEDIMENTO PROPOSTO	64
4.1 -	ETAPA 01: DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO A SER ESTUDADA	65
4.2 -	ETAPA 02: CONDIÇÕES GERAIS DOS CENÁRIOS	65
4.3 -	ETAPA 03: CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS.....	66
4.4 -	ETAPA 04: ESTABELECIMENTO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO.....	67
4.5 -	ETAPA 05: DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DE PARÂMETROS E DOS RESPECTIVOS VALORES	74
4.5.1 -	<i>Seleção dos parâmetros</i>	74
4.5.2 -	<i>Lógica de variação dos parâmetros</i>	74
4.6 -	ETAPA 06: SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS	75
4.7 -	ETAPA 07: ANÁLISE ESTATÍSTICA DA SIGNIFICÂNCIA DE CADA PARÂMETRO SOBRE O RESULTADO DA SIMULAÇÃO	77
4.8 -	ETAPA 08: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS.....	79
4.9 -	TÓPICOS CONCLUSIVOS DO CAPITULO.....	79
5 -	APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PROPOSTO.....	81
5.1 -	DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO A SER ESTUDADA.....	81
5.2 -	CONDIÇÕES GERAIS DOS CENÁRIOS	84
5.2.1 -	<i>Interseção Isolada</i>	84

5.2.2 -	<i>Redes arteriais</i>	85
5.3 -	ETAPA 03: CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS.....	88
5.3.1 -	<i>Interseção isolada</i>	88
5.3.2 -	<i>Redes arteriais</i>	90
5.4 -	ETAPA 04: ESTABELECIMENTO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO.....	93
5.5 -	ETAPA 05: DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DE PARÂMETROS E DOS RESPECTIVOS VALORES	93
5.5.1 -	<i>Seleção dos parâmetros</i>	94
5.5.2 -	<i>Lógica de variação dos parâmetros</i>	94
5.6 -	ETAPA 06: SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS	97
5.7 -	ETAPA 07: ANÁLISE ESTATÍSTICA DA SIGNIFICÂNCIA DE CADA PARÂMETRO SOBRE O RESULTADO DA SIMULAÇÃO	98
5.7.1 -	<i>Normalidade</i>	98
5.7.2 -	<i>Análise da igualdade de variância</i>	102
5.7.3 -	<i>Análise da igualdade das médias</i>	103
5.8 -	ETAPA 08: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS.....	105
5.8.1 -	<i>Análise geral</i>	106
5.8.2 -	<i>Análise por tipo de controle</i>	111
5.8.2.1 -	Controle sem semáforo.....	111
5.8.2.2 -	Controle com semáforo	116
5.8.3 -	<i>Análise por nível de volume</i>	121
5.8.3.1 -	Interseção Isolada.....	121
5.8.3.2 -	Redes arteriais	125
5.9 -	TÓPICOS CONCLUSIVOS DO CAPÍTULO.....	131
6 -	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	136
6.1 -	PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS	137
6.2 -	CONCLUSÕES	141
6.3 -	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	144
6.4 -	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	144
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
	BIBLIOGRAFIA	149
	APÊNDICES	151
	APÊNDICE A – CÁLCULO DOS TEMPOS PARA O CONTROLE SEMAFÓRICO POR TEMPO FIXO PARA INTERSEÇÕES ISOLADAS E REDES PEQUENAS	152

APÊNDICE B – DESENHO VOLUME DE TRÁFEGO NOS CENÁRIOS SIMULADOS	160
APÊNDICE C – VOLUME DE TRÁFEGO NOS CENÁRIOS ESTUDADOS	169
APÊNDICE D – RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS	173
APÊNDICE E – RESULTADOS TESTE DE NORMALIDADE	198
APÊNDICE F – RESULTADOS DO TESTE DE NORMALIDADE PARA AS REDES 121 E 131.....	221
APÊNDICE G – RESULTADOS DO TESTE DE ANÁLISE DE VARIANÇA PARA AS REDES 121 E 131	224

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1: Síntese dos trabalhos revisados	27
Tabela 2-2: Parâmetros importantes identificados na literatura por tipo de simulador.....	29
Tabela 3-1: Parâmetros <i>default</i> do tipo de seção “arterial” no Aimsun	36
Tabela 3-2: Parâmetros <i>default</i> para os atributos do veículo no Aimsun.....	44
Tabela 3-3: Valores <i>default</i> dos parâmetros globais da rede (v6.1)	50
Tabela 3-4: Valores <i>default</i> dos parâmetros globais da rede (v7.0)	51
Tabela 3-5: Exemplos de diferenças de valores em parâmetros locais da seção e atributos do veículo <i>default</i>	59
Tabela 3-6: Comparação dos parâmetros globais da rede das versões v6.1 e v7.0	60
Tabela 3-7: Parâmetros selecionados do Simulador.....	61
Tabela 3-8: Parâmetros identificados como influentes no processo de simulação.....	62
Tabela 4-1: Medidas de desempenho encontradas na revisão da literatura.....	69
Tabela 4-2: Medidas de desempenho no Aimsun.....	70
Tabela 5-1: Distribuição de volumes de veículos na interseção isolada	90
Tabela 5-2: Volume de tráfego na Rede 121, Cenário 5	92
Tabela 5-3: Volume de tráfego na Rede 121, Cenário 7	93
Tabela 5-4: Porcentagem de variação dos parâmetros dos veículos no Aimsun.....	95
Tabela 5-5: Variação dos valores <i>default</i> dos parâmetros	96
Tabela 5-6: Nomenclatura dos parâmetros e suas variações	97
Tabela 5-7: Teste de normalidade para o Cenário 1 – Tempo médio de atraso	100
Tabela 5-8: Teste de normalidade para o Cenário 1 – Comprimento médio de filas	101
Tabela 5-9: Resultados do teste de normalidade para a Interseção Isolada.....	102
Tabela 5-10: Resultados análise de variância, Interseção Isolada.....	103
Tabela 5-11: Resultados da análise de igualdade de médias para a Interseção Isolada	104
Tabela 5-12: Resultados da análise de igualdade de médias para a Rede 121	104
Tabela 5-13: Resultados da análise de igualdade de médias para a Rede 131	105
Tabela 5-14: Resumo das características e do número do cenário para cada situação simulada.....	106
Tabela 5-15: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Tempo médio de atraso"	107

Tabela 5-16: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Comprimento médio de filas"	108
Tabela 5-17: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas	109
Tabela 5-18: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Tempo médio de atraso" (Sem semáforo)	112
Tabela 5-19: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Comprimento médio de filas" (Sem semáforo)	113
Tabela 5-20: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas para cenários sem semáforos	114
Tabela 5-21: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Tempo médio de atraso" (Com semáforo)	117
Tabela 5-22: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Comprimento médio de filas" (Com semáforo)	118
Tabela 5-23: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas para cenários com semáforos	119
Tabela 5-24: Variação do número de parâmetros com impacto significativo para a Interseção Isolada para “Tempo médio de atraso”	122
Tabela 5-25: Variação do número de parâmetros com impacto significativo para a Interseção Isolada para “Comprimento médio de filas”	123
Tabela 5-26: Resumo das variações do número de parâmetros com impacto significativo para a Interseção Isolada em função da alteração do volume de tráfego	124
Tabela 5-27: Variação das significâncias dos parâmetros na Rede 121 para “Tempo médio de atraso”	125
Tabela 5-28: Variação das significâncias dos parâmetros na Rede 121 para “Comprimento médio de filas”	126
Tabela 5-29: Resumo das variações da importância dos parâmetros para a Rede 121	127
Tabela 5-30: Variação da importância dos parâmetros na Rede 131 para “Tempo médio de atraso”	128
Tabela 5-31: Variação da importância dos parâmetros na Rede 131 para “Comprimento médio de filas”	129
Tabela 5-32: Resumo das variações da importância dos parâmetros para a Rede 131	130

Tabela 5-33: Resumo das variações da importância dos parâmetros para todos cenários estudados em função da variação do volume	131
Tabela 6-1: Número de parâmetros analisados na literatura pesquisada.....	138
Tabela 6-2: Identificação da variação dos parâmetros identificados como importantes para o processo de calibração	143
Tabela A-1: Resultados de tempos semafóricos obtidos mediante o procedimento adotado	159
Tabela C-1: Volume de tráfego Cenário 6.....	170
Tabela C-2: Volume de tráfego Cenário 8.....	170
Tabela C-3: Volume de tráfego Cenário 9.....	171
Tabela C-4: Volume de tráfego Cenário 10.....	171
Tabela C-5: Volume de tráfego Cenário 11.....	172
Tabela C-6: Volume de tráfego Cenário 12.....	172
Tabela D-1: Resultados simulação Cenário 1, Tempos médios de atraso.....	174
Tabela D-2: Resultados simulação Cenário 1, Comprimento médio de filas.....	175
Tabela D-3: Resultados simulação Cenário 2, Tempo médio de atraso	176
Tabela D-4: Resultados simulação Cenário 2, Comprimento médio de filas.....	177
Tabela D-5: Resultados simulação Cenário 3, Tempo médio de atraso	178
Tabela D-6: Resultados simulação Cenário 3, Comprimento médio de filas.....	179
Tabela D-7: Resultados simulação Cenário 4, Tempo médio de atraso	180
Tabela D-8: Resultados simulação Cenário 4, Comprimento médio de filas.....	181
Tabela D-9: Resultados simulação Cenário 5, Tempo médio de atraso	182
Tabela D-10: Resultados simulação Cenário 5, Comprimento médio de filas.....	183
Tabela D-11: Resultados simulação Cenário 6, Tempo médio de atraso	184
Tabela D-12: Resultados simulação Cenário 6, Comprimento médio de filas.....	185
Tabela D-13: Resultados simulação Cenário 7, Tempo médio de atraso	186
Tabela D-14: Resultados simulação Cenário 7, Comprimento médio de filas.....	187
Tabela D-15: Resultados simulação Cenário 8, Tempo médio de atraso	188
Tabela D-16: Resultados simulação Cenário 8, Comprimento médio de filas.....	189
Tabela D-17: Resultados simulação Cenário 9, Tempo médio de atraso	190
Tabela D-18: Resultados simulação Cenário 9, Comprimento médio de filas.....	191
Tabela D-19: Resultados simulação Cenário 10, Tempo médio de atraso	192
Tabela D-20: Resultados simulação Cenário 10, Comprimento médio de filas.....	193

Tabela D-21: Resultados simulação Cenário 11, Tempo médio de atraso	194
Tabela D-22: Resultados simulação Cenário 11, Comprimento médio de filas.....	195
Tabela D-23: Resultados simulação Cenário 12, Tempo médio de atraso	196
Tabela D-24: Resultados simulação Cenário 12, Comprimento médio de filas.....	197
Tabela E-1: Resultados análise de normalidade Cenário 2, Tempo médio de atraso	199
Tabela E-2: Resultados análise de normalidade Cenário 2, Comprimento médio de filas	200
Tabela E-3: Resultados análise de normalidade Cenário 3, Tempo médio de atraso.....	201
Tabela E- 4: Resultados análise de normalidade Cenário 3, Comprimento médio de filas	202
Tabela E-5: Resultados análise de normalidade Cenário 4, Tempo médio de atraso.....	203
Tabela E-6: Resultados análise de normalidade Cenário 4, Comprimento médio de filas	204
Tabela E-7: Resultados análise de normalidade Cenário 5, Tempo médio de atraso.....	205
Tabela E- 8: Resultados análise de normalidade Cenário 5, Comprimento médio de filas	206
Tabela E-9: Resultados análise de normalidade Cenário 6, Tempo médio de atraso.....	207
Tabela E-10: Resultados análise de normalidade Cenário 6, Comprimento médio de filas	208
Tabela E-11: Resultados análise de normalidade Cenário 7, Tempo médio de atraso.....	209
Tabela E-12: Resultados análise de normalidade Cenário 7, Comprimento médio de filas	210
Tabela E-13: Resultados análise de normalidade Cenário 8, Tempo médio de atraso.....	211
Tabela E-14: Resultados análise de normalidade Cenário 8, Comprimento médio de filas	212
Tabela E-15: Resultados análise de normalidade Cenário 9, Tempo médio de atraso.....	213
Tabela E-16: Resultados análise de normalidade Cenário 9, Comprimento médio de filas	214
Tabela E-17: Resultados análise de normalidade Cenário 10, Tempo médio de atraso....	215
Tabela E-18: Resultados análise de normalidade Cenário 10, Comprimento médio de filas	216
Tabela E-19: Resultados análise de normalidade Cenário 11, Tempo médio de atraso....	217
Tabela E-20: Resultados análise de normalidade Cenário 11, Comprimento médio de filas	218
Tabela E-21: Resultados análise de normalidade Cenário 12, Tempo médio de atraso....	219

Tabela E-22: Resultados análise de normalidade Cenário 12, Comprimento médio de filas	220
Tabela F-1: Resultados análise de variância Rede 121	222
Tabela F-2: Resultados análise de variância Rede 131	223
Tabela G-1: Resultados análise de variância, Rede 121.....	225
Tabela G-2: Resultados analise de variância, Rede 131.....	226

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Número de cenário (quatro) para interseção isolada a ser simulado no projeto .	6
Figura 1-2: Número de cenários a ser simulado no projeto (oito).....	7
Figura 2-1: Zonas características em mudança de faixa.....	19
Figura 2-2: Processo de calibração de um simulador	22
Figura 3-1: Lógica de funcionamento no Aimsun.....	33
Figura 3-2: Classificação em categorias dos parâmetros no Aimsun.....	34
Figura 3-3: Tipos de seções no Aimsun	35
Figura 3-4: Grupos de parâmetros das seções no Aimsun.....	36
Figura 3-5: Parâmetros de distância em uma seção.....	39
Figura 3-6: Tipos de veículos no Aimsun	42
Figura 3-7: Tipos de veículos na versão anterior do Aimsun (v6.1)	42
Figura 3-8: Tipos de veículos na versão atual do programa (v7.0)	43
Figura 3-9: Parâmetros do modelo <i>car-following</i> em duas faixas.....	52
Figura 4-1: Fluxograma do procedimento para identificação dos parâmetros com destacada influência no processo de simulação microscópica de tráfego.....	64
Figura 4-2: Etapa 01 do fluxograma do procedimento para identificação de parâmetros influentes em um processo de simulação microscópica	65
Figura 4-3: Etapa 02 do fluxograma do procedimento para identificação de parâmetros influentes em um processo de simulação microscópica	66
Figura 4-4: Etapa 03 do fluxograma do procedimento para identificação de parâmetros influentes em um processo de simulação microscópica	67
Figura 4-5: Etapa 04 do fluxograma do procedimento proposto.....	73
Figura 4-6: Etapa 05 do fluxograma do procedimento proposto.....	75
Figura 4-7: Etapa 06 do fluxograma do procedimento para identificação de parâmetros influentes em um processo de simulação microscópica	76
Figura 4-8: Desenvolvimento da Etapa 07 do fluxograma do procedimento proposto.....	78
Figura 4-9: Etapa 08 do fluxograma do procedimento proposto.....	79
Figura 5-1: Configuração dos cenários para Interseção Isolada.....	82
Figura 5-2: Configuração dos cenários da Rede Arterial com Geometria 1	83
Figura 5-3: Configuração dos cenários da Rede Arterial com Geometria 2	83

Figura 5-4: Interseção Isolada tipo, considerada nos Cenários 1e 3	85
Figura 5-5: Rede Arterial 121 considerada nos Cenários 5 e 7	87
Figura 5-6: Distribuição do volume de tráfego no cenário da Interseção Isolada.....	89
Figura 5-7: Distribuição do volume de tráfego na Rede 121, Cenário 5.....	91
Figura 5-8: Representação gráfica da definição de gap e headway.....	95
Figura 5-9: Lógica de variação dos parâmetros.....	96
Figura 5-10: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas	110
Figura 5-11: Grupos de conjuntos de parâmetros importantes globais	110
Figura 5-12: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas	115
Figura 5-13: Conjuntos de parâmetros importantes na variação de medidas de desempenho para os cenários sem semáforo	115
Figura 5-14: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas	120
Figura 5-15: Conjuntos de parâmetros importantes para cenários controlados por semáforos	120
Figura 5-16: Análise de variação da importância dos parâmetros em função do tipo de controle de tráfego e do volume.	121
Figura 5-17: Conjunto de parâmetros importantes para os 12 cenários	132
Figura 5-18: Conjunto de parâmetros importantes para cenários controlados por sinal de placas PARE e semáforos.....	133
Figura 5-19: Síntese das mudanças observadas na importância dos parâmetros em função da variação do volume.....	134
Figura 6-1: Resumo dos parâmetros importantes para os resultados da simulação	140
Figura 6-2: Número de parâmetros com variação de importância em função do volume.	142
Figura B-1 : Elementos de tráfego e geométricos Cenário 2.....	161
Figura B-2 : Elementos de tráfego e geométricos Cenário 3.....	161
Figura B-3 : Elementos de tráfego e geométricos Cenário 4.....	162
Figura B-4: Volume de Tráfego e geometria Cenário 5.....	163
Figura B-5: Volume de Tráfego e geometria Cenário 6.....	164
Figura B-6: Volume de Tráfego e geometria Cenário 7	165
Figura B-7: Volume de Tráfego e geometria Cenário 8.....	166

Figura B-8: Volume de Tráfego e geometria Cenário 10.....	167
Figura B-9: Volume de Tráfego e geometria Cenário 12.....	168

1 - INTRODUÇÃO

O uso de ferramentas computacionais para reproduzir situações de tráfego (os simuladores de tráfego) se torna cada vez mais frequente no dia a dia de técnicos e pesquisadores que trabalham com questões ligadas ao *planejamento* e controle da operação do tráfego em diferentes facilidades de transporte. Nasce assim a necessidade de se garantir que os simuladores efetivamente produzam resultados próximos à realidade que pretendem representar.

Para diferentes aplicações, sobretudo com relação ao nível de detalhe da operação do tráfego que precisa ser estudada, têm-se diferentes tipos de simuladores. Eles podem representar a operação do tráfego de forma bastante agregada, utilizando variáveis macroscópicas tais como o fluxo de tráfego, a densidade e a velocidade média dos veículos. São os chamados simuladores macroscópicos. Quando o deslocamento dos veículos na rede viária é representado por meio de pelotões, o simulador é referido como mesoscópico; quando a modelagem se dá no nível individual de cada veículo tem-se então os simuladores microscópicos (microsimuladores). Um nível maior de desagregação ainda é possível com o uso dos modelos de simulação nanoscópicos.

Os microsimuladores de tráfego buscam representar da forma mais exata possível o deslocamento de veículos numa rede viária. A modelagem microscópica está baseada na representação do deslocamento de veículos individuais, e os fatores importantes nestes modelos são a velocidade do veículo individual, reação a outros veículos, entre outros (Reimann, 2007).

O principal benefício na utilização de um modelo microscópico é a boa representação do deslocamento de cada veículo, permitindo diferentes abordagens na análise e fornecendo informações importantes sobre a operação do tráfego. As desvantagens desse tipo de modelo são: alta complexidade computacional e exigência de grande quantidade de dados de entrada; imprecisão nos dados de entrada e/ou calibração indevida dos parâmetros do simulador levam a diferenças significativas entre os resultados modelados e a realidade.

Os parâmetros básicos dos programas computacionais apresentam valores derivados das características de tráfego próprias do local onde esses programas foram desenvolvidos ou que representam condições genéricas definidas pelos programadores (são os chamados

valores *defaults*). Esses valores dificilmente representam cada uma das realidades a ser estudada com os programas. Isto é, os modelos computacionais oferecem valores *default* para seus parâmetros, e aos analistas compete identificar quais os parâmetros que devem ser calibrados para produzir resultados apropriados à realidade. Esta calibração implica um determinado ajuste dos valores dos diferentes parâmetros que influenciam diretamente nos resultados da simulação.

O número de parâmetros que apresentam os microssimuladores de tráfego é elevado.

A calibração de um número muito grande de parâmetros torna-se difícil de realizar, tanto por procedimentos mais simplificados (por exemplo, tentativa e erro) quanto por procedimentos de busca mais sofisticados (por exemplo, com o uso de Algoritmos Genéticos). Além disso, é importante destacar que diferentes simuladores podem apresentar diferentes modelos ou diferentes adaptações de um mesmo modelo.

Por isso, é importante identificar os parâmetros em cada modelo com maior impacto sobre o resultado da simulação. Se for possível identificar um conjunto limitado de parâmetros para a calibração, este processo será mais eficaz e eficiente.

1.1 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O uso de *softwares* de simulação requer a disponibilidade de dados referentes à situação a ser representada, os quais são introduzidos no simulador. Dentre eles: dados da geometria da via, como tipo de via, tamanho da seção, classificação da via; dados de tráfego da rede viária, como o volume e a composição do tráfego, tempo de viagem, entre outros. Além desses dados típicos das condições gerais do tráfego e da via, outros elementos também precisam ser informados, especialmente com relação à resposta do motorista a diferentes situações no trânsito (como por exemplo, tempo de percepção e reação, taxa de aceleração, etc). Valores *default* desses últimos elementos (parâmetros do simulador) são, em geral, fornecidos pelo programa, os quais podem ser alterados pelo usuário.

Assim, o responsável pelo trabalho recorre a sua experiência pessoal ou a técnicas específicas de calibração dos parâmetros do simulador para definir valores desses parâmetros que permitam a representação da realidade. A confiabilidade dos resultados da simulação, que depende da qualidade da representação da situação a ser analisada pelo simulador, é maior quando o processo de calibração é realizado de forma criteriosa e

levando em conta situações similares (mesmo que em escala reduzida). Entretanto, o processo de calibração é dificultado pela grande quantidade de parâmetros que podem ser calibrados de modo a permitir a devida representação da realidade. Independentemente da técnica adotada para a realização da calibração, quanto maior o número de parâmetros a ser considerado maior a complexidade para se obter um conjunto de valores que seja aceitável sob o ponto de vista da Engenharia de Tráfego.

Assim o problema que motivou esta pesquisa é o seguinte: quais os parâmetros relacionados aos modelos e elementos de comportamento dos motoristas que afetam de forma destacada nos resultados de uma simulação e que, portanto, ao serem calibrados permitem a adequada representação da realidade pelo simulador? Na presente pesquisa será especificamente analisado o simulador Aimsun. Entretanto, procurar-se-á propor uma metodologia que possa ser aplicada a outros simuladores.

1.2 - HIPÓTESE

Existe um conjunto reduzido de parâmetros de cada simulador que, se devidamente calibrado, permite uma representação adequada da realidade a ser modelada com o programa, mesmo mantendo-se os valores *default* para todos os demais parâmetros.

1.3 - OBJETIVOS

Objetivo geral:

Definir um procedimento para identificar os parâmetros de um simulador que têm um impacto maior nos resultados da simulação.

Objetivos específicos:

- Identificação dos parâmetros relacionados aos modelos de tráfego do microsimulador Aimsun (modelos *car-following* e *lane-changing*) que afetam nos resultados de uma simulação de forma destacada.
- Verificar se características diferenciadas da rede e do tráfego a ser modelado afetam a composição do conjunto de parâmetros relevantes para o processo de calibração.

1.4 - JUSTIFICATIVA

A utilização de microssimuladores é de grande importância para a realização de estudos voltados à resolução de problemas de tráfego. Esses programas constituem-se em ferramentas que permitem a análise de alternativas de geometria viária e de sistemas de controle da operação do tráfego, evitando a necessidade de realização de testes em campo que, em muitos casos, é impraticável.

O processo de calibração é muito importante e muito difícil devido ao número considerável de parâmetros que os simuladores permitem que sejam alterados pelo usuário. Assim, a redução de número de parâmetros para calibrar ajuda no processo de calibração. É importante destacar que a qualidade dos resultados da simulação depende totalmente das condições que o simulador oferece para a representação da realidade, isto é, da qualidade de sua calibração.

É importante, portanto, identificar os parâmetros do simulador que podem ser calibrados e avaliá-los cuidadosamente para determinar seu comportamento. Isto é, verificar qual o impacto de sua variação sobre os resultados em um cenário simulado. Nos manuais dos programas esses parâmetros são apresentados e fica a critério do técnico eleger aqueles que são mais importantes para o estudo pretendido.

Existem muitos programas de simulação microscópica que foram utilizados para representar cenários reais, e foram achados vários parâmetros por programa e por cenário. Estes programas estão adaptados para trabalhar em áreas urbanas e rodovias, mas os componentes não estão integrados no simulador desde o começo e o número de tipo de veículos é limitado (por exemplo, o CORSIM que está formado de dois componentes: FRETSSIM e NETSIM, e tem quatro categorias de veículo e nove variações). Ou existem outros com maior quantidade de parâmetros e estão aptos para simular outros tipos de cenários mais complexos, consequência disso têm-se desenvolvido modelos de comportamento complementares aos estudados (por exemplo, o VISSIM).

Sendo de fácil manejo o programa e com os parâmetros dos modelos *car-following* e *lane-changing* bem definidos se adota como ferramenta de simulação o programa Aimsun.

Neste contexto, o presente estudo se justifica por apresentar e testar um procedimento para a identificação dos parâmetros mais importantes do Aimsun, com possibilidade de aplicação em outros microsimuladores de tráfego.

1.5 - METODOLOGIA

O trabalho será realizado de acordo com as etapas a seguir apresentadas.

- a) *Revisão bibliográfica*: consiste inicialmente na revisão de trabalhos que abordam procedimentos utilizados para identificação de parâmetros que afetam consideravelmente nos resultados de um processo de simulação de um determinado cenário. Essa revisão tem como objetivo verificar, para cada trabalho, a lista de parâmetros identificados como importantes nos processos de simulação; as características dos cenários estudados; a identificação dos parâmetros importantes a serem calibrados em cada situação ou caso estudado; e as medidas de desempenho utilizadas para calibração destes parâmetros. Após essa revisão, é feito um estudo aprofundado dos modelos do programa Aimsun (*car-following*; *lane-changing*), visando identificar todos os parâmetros desses modelos que podem ser alterados durante o processo de calibração. A revisão bibliográfica, além de subsidiar o desenvolvimento do procedimento objeto da pesquisa, deverá produzir uma lista de parâmetros a serem investigados em profundidade na aplicação do procedimento proposto para o simulador Aimsun.
- b) *Definição do procedimento para identificação dos principais parâmetros*: com base nos resultados da etapa de revisão bibliográfica, é definido um procedimento para a identificação dos principais parâmetros de um microsimulador de tráfego para efeito de calibração.

Embora o procedimento seja genérico, seu desenvolvimento toma como base a análise de parâmetros dos modelos *car-following* e *lane-changing* do programa de simulação microscópica Aimsun, complementado pelos resultados de estudos de calibração já realizados com o Aimsun e outros microsimuladores. O procedimento proposto contempla um estudo estatístico dos resultados das simulações com a utilização de valores *defaults* e respectivas variações para um conjunto de parâmetros dos simuladores. Este estudo definirá quais os parâmetros

mais importantes para os resultados de uma simulação, levando em conta situações específicas de geometria da rede e de controle do tráfego.

Teste do procedimento para uma situação geral de interseção isolada e uma rede aberta com quatro interseções: o procedimento adotado será testado para o programa Aimsun, levando em conta os seguintes cenários:

b.1) uma interseção isolada com duas condições de controle: a primeira com controle de prioridade por meio de sinalização do tipo PARE (não semafórico) e uma segunda com controle semafórico. Para cada caso será obtido um conjunto de parâmetros considerados influentes nos resultados da simulação, para dois níveis de volume de tráfego (quatro cenários) (ver Figura 1-1).

b.2) uma rede arterial com quatro interseções, também com duas condições de controle: com sinais PARE (não semafórico) e com controle semafórico. Para cada um desses casos será obtido um conjunto de parâmetros considerados importantes nos resultados da simulação. Para esses casos, serão avaliados dois tipos de espaçamento entre as interseções e dois níveis de volume, perfazendo um total de oito cenários (ver Figura 1-2).

Assim, têm-se 12 cenários distintos para testar.

- c) *Identificação do conjunto de parâmetros mais importantes para o processo de calibração*: com base nos resultados da etapa anterior será identificado, inicialmente, o conjunto de parâmetros que se revelou importante para todos os 12 cenários analisados. Em seguida, para cada cenário, serão identificados os demais parâmetros importantes, porém específicos para o cenário.

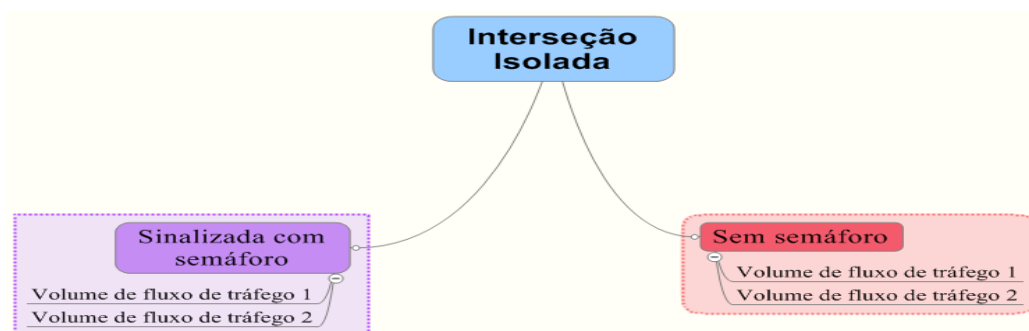


Figura 1-1: Número de cenário (quatro) para interseção isolada a ser simulado no projeto

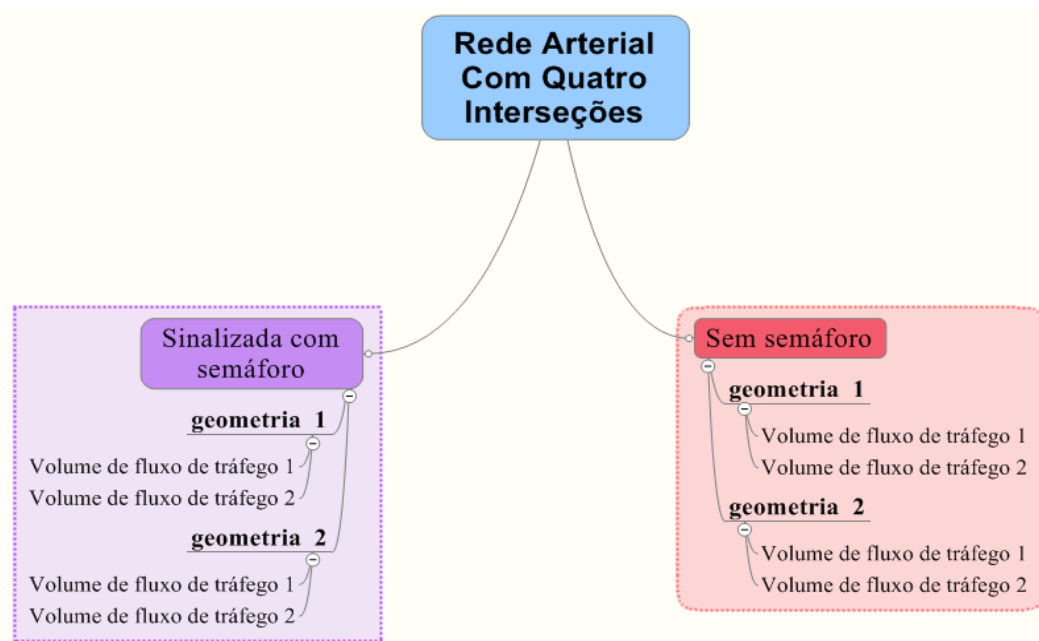


Figura 1-2: Número de cenários a ser simulado no projeto (oito)

1.6 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura da dissertação está compreendida em seis capítulos conforme descrito a seguir.

No Capítulo 1 é dada uma introdução ao projeto, apresenta-se o problema tratado a fim de justificar o presente estudo. Apresentam-se os objetivos geral e específicos, as justificativas, a hipótese, a metodologia da pesquisa, e finalmente a descrição do conteúdo de cada capítulo componente da presente dissertação.

Nos Capítulos 2 e 3, estão desenvolvidos a teoria correspondente à dissertação. No Capítulo 2 apresenta-se uma revisão de todos os trabalhos encontrados na literatura revisada com a identificação de parâmetros importantes em vários tipos de simuladores e cenários.

O Capítulo 3, apresenta um estudo aprofundado do simulador Aimsun, e são obtidos todos os parâmetros relacionados com os modelos *car-following* e *lane-changing* considerados influentes em uma simulação, com ajuda da tabela obtida no Capítulo 2 são selecionados os parâmetros importantes para ser testados na presente dissertação.

Com a base teórica de respaldo no Capítulo 2 é apresentado no Capítulo 4, o procedimento proposto que busca definir um conjunto de parâmetros importantes para todas as simulações e outros para cenários com características particulares.

No Capítulo 5 é apresentada a aplicação do procedimento proposto no Capítulo 4, em 12 cenários; serão avaliadas uma interseção isolada, e uma rede arterial com quatro interseções.

- a)** A interseção isolada com duas condições de controle a primeira com controle de prioridade por meio de sinalização de placas PARE (não semafórico) e uma segunda com controle semafórico. Para cada caso será obtido um conjunto de parâmetros considerados influentes nos resultados da simulação, para dois níveis de volume de tráfego (quatro cenários), Figura 1-1.
- b)** A rede arterial com quatro interseções, também com duas condições de controle, primeiramente com sinais de placas PARE (não semafórico) e depois, com controle semafórico. Para cada um desses casos é obtido um conjunto de parâmetros considerados importantes nos resultados da simulação. Para esses casos, serão avaliados dois tipos de espaçamento entre as interseções e dois níveis de volume, perfazendo um total de oito cenários, Figura 1-2.

No Capítulo 6 são apresentadas as conclusões e recomendações deste estudo para trabalhos futuros.

2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MICROSSIMULADORES DE TRÁFEGO

A preocupação maior dos técnicos na utilização de simulação microscópica para a realização de estudos de tráfego é poder contar com resultados que efetivamente reflitam a realidade dos cenários simulados. Somente assim, é possível desenvolver alternativas de controles de tráfego de alta qualidade e eleger a melhor para dar soluções aos problemas de trânsito nas áreas urbanas.

A literatura fornece muitos estudos de calibração baseados em casos diferentes, desde uma interseção isolada até redes complexas em áreas urbanas. Estes trabalhos utilizaram diferentes programas para microsimulação e, segundo os cenários estudados, foram identificados parâmetros de calibração importantes. Assim, estes estudos desenvolveram procedimentos de calibração apropriados para cada caso.

A análise dos estudos de calibração existentes revela que existe uma variedade de parâmetros identificados, por cada tipo de programa de microsimulação utilizado. Eles nem sempre coincidem de estudo a estudo, porque a lógica dos modelos de comportamento do veículo em geral difere de um simulador para outro.

2.1 - ESTRUTURA BÁSICA

Os *softwares* com abordagem microscópica descrevem as características do fluxo de veículos a partir de relações estabelecidas entre os veículos. Geralmente seguem dois modelos de comportamento principais: *car-following* e *lane-changing*.

Muitos *softwares* comerciais com enfoque nos estudos de microsimulação foram objetos de estudo. Entre os mais explorados na literatura revisada nesta dissertação estão o VISSIM, CORSIM, *Simtraffic* (componente do SYNCHRO), *TranSim*, DRÁCULA e Aimsun. Cada um deles contém uma lógica de simulação diferente. A seguir é apresentada uma breve descrição de cada um dos programas citados.

2.1.1 - Simulador VISSIM

O VISSIM (*Verkehr In Stadten-SIMmulation*) é um programa utilizado para analisar operações de tráfego em sistemas de transporte público e privado, constituindo-se uma

ferramenta útil para avaliações de alternativas com base na Engenharia de Transportes. Foi desenvolvido pela Universidade de Karlsruhe, na Alemanha, em 1970, e começou sua distribuição comercial em 1993.

2.1.1.1 - *Car-following* no VISSIM

A lógica do modelo *car-following* (modelo de seguimento) é o de comportamento psicofísico do motorista, desenvolvido por Wiedemann em 1974, com uma variação do mesmo no ano de 1999 (PTV, 2010). O conceito básico deste modelo é que o motorista de um veículo em movimento com maior velocidade começa a desacelerar, até atingir o seu limite de percepção individual de que atingiu uma velocidade adequada, frente a um veículo próximo que está se deslocando com menor velocidade. Como ele não pode determinar exatamente a velocidade do veículo próximo, sua velocidade irá cair abaixo da velocidade desse veículo; ele começa a acelerar ligeiramente após chegar a outro limite de percepção. Isto resulta em um processo iterativo de aceleração e desaceleração.

Os modelos de Wiedemann de 1974 e 1999 diferem com relação aos parâmetros considerados. No de 1974, recomendado para simulação do tráfego em áreas urbanas, os parâmetros *default* são a distância média de parada e a distância de segurança, que são calculadas por uma fórmula composta de duas partes: uma aditiva e uma multiplicativa. No de 1999, recomendado para áreas interurbanas ou rodovias, foram incrementados outros critérios refletidos em 10 parâmetros de comportamento. Os parâmetros *default* considerados no modelo de 1999 são o CCO, distância de parada; CC1, tempo de *headway*; CC2, variação do parâmetro de seguimento, que restringe as oscilações longitudinais ou regula a variação de distância desejada de segurança entre o veículo seguidor e o líder; CC3, limite para entrar no processo de seguimento; CC4 e CC5, controle de diferenças de velocidade no processo de seguimento, sendo negativo para diferença de velocidade negativa e positivo para diferença de velocidade positiva, respectivamente; CC6, dependência da velocidade de oscilação; CC7, aceleração durante o processo de oscilação; CC8, desaceleração desejada; e CC9, aceleração desejada para uma velocidade de 80 km/h.

2.1.1.2 - *Lane-changing* no VISSIM

Com respeito ao modelo *lane-changing* (troca de faixa) no VISSIM, ele foi originalmente desenvolvido por Willmann e Sparmann (1978 *apud* Gao, 2008). Nesse modelo, quando o

condutor pretende mudar de faixa, primeiro ele tenta encontrar uma folga (*gap*) apropriada na corrente de tráfego da faixa de destino. Nessa tomada de decisão de mudança de faixa três perguntas precisam ser avaliadas: se a mudança é desejável, se a mudança é favorável e se é possível.

Existem basicamente dois tipos de mudanças de faixa no VISSIM, a mudança de faixa necessária (a fim de alcançar o conector seguinte de uma rota) e a mudança de faixa livre (devido à disponibilidade de espaço em faixas adjacentes de alta velocidade, permitindo aumentar a velocidade atual do veículo).

2.1.2 - O simulador CORSIM

O CORSIM (*Corridor Simulation*) foi desenvolvido em 1970 pela FHWA (*Federal Highway Administration*) e é composto por dois simuladores microscópicos que representam o ambiente de tráfego, FRESIM (*Freeway Simulation*) e NETSIM (*Network Simulation*). O primeiro é adaptado para vias expressas e o segundo para vias urbanas (formando ou não redes de tráfego). Ou seja, o CORSIM está projetado para análise de vias expressas, vias urbanas e corredores ou redes de tráfego.

2.1.2.1 - *Car-following* no CORSIM

O modelo de *car-following* no CORSIM simula intervalos de tempo discretos, limitando os movimentos dos veículos através dos dispositivos de controle de tráfego e outros elementos do sistema.

O comportamento *car-following* no FRESIM está baseado no modelo *car-following* Pitt, desenvolvido pela Universidade de Pittsburgh (Halati *et al*, 1996 *apud* Gao, 2008). Esse modelo toma o *headway* de distância (espaçamento) e a velocidade diferencial entre o veículo líder e o seguidor como duas variáveis independentes, como é apresentado na Equação 2.1:

$$h = h_j + c_3 u + bc_3 \Delta u^2 \quad (2.1)$$

em que:

h = *headway* de distância e h_j *headway* de distância em congestionamento (m);

u = velocidade do veículo seguidor (m/seg);

Δu = diferença de velocidades entre os veículos líder e seguidor;

c_3 = fator de sensibilidade do condutor; e
 b = constante de calibração.

No comportamento *car-following* do NETSIM, a lógica principal é que o veículo seguidor se move para uma certa localização onde o veículo líder desacelera até sua máxima taxa de desaceleração. O modelo incorpora um tempo de reação e a capacidade dos veículos a desacelerar em taxas viáveis, sem chegar a colidir. A Equação 2.2 apresenta o modelo básico do NETSIM, utilizando um intervalo de tempo de 1 (um) segundo na simulação.

$$h = h_j + \Delta s + \Delta r + S_F - S_L \quad (2.2)$$

em que:

h = *headway* de distância entre o veículo líder e o seguidor (m);

h_j = *headway* de distância entre o veículo líder e seguidor quando os veículos estão completamente parados em filas (m);

Δs = distância percorrida pelo veículo seguidor em um intervalo de tempo (m);

Δr = distância percorrida pelo veículo seguidor durante o tempo de reação (m);

S_F = distância requerida pelo veículo seguidor para completar a parada (m);

S_L = distância requerida pelo veículo líder no intervalo de tempo (m).

2.1.2.2 - *Lane-changing* no CORSIM

A lógica de *lane-changing* no CORSIM está baseada no modelo de decisão de Gipps (1981). Ela considera mudanças de faixa mandatórias e discricionárias. Esta lógica é também utilizada no modelo *lane-changing* do simulador Aimsun e será explicada com maior detalhamento na seção correspondente a esse simulador.

2.1.3 - O simulador SimTraffic

O simulador *SimTraffic* (*Simulator Traffic*) é um pacote de simulação microscópica que utiliza os resultados do programa *Synchro* para simular redes viárias. O *SimTraffic* executa microsimulações e animações gráficas do tráfego na rede. Ele simula interseções semaforizadas bem como vias expressas com tráfego de carros, caminhões e pedestres (Husch e Albeck, 2006 *apud* Dalprá, 2011). Inicialmente o *SimTraffic* foi desenvolvido para trabalhar com a otimização de semáforos no programa *Synchro*.

2.1.3.1 - *Car-following* no SimTraffic

A lógica do modelo *car-following* deste programa é semelhante à utilizada no programa CORSIM. O modelo considera a influência do veículo precedente – veículo líder – na velocidade do veículo seguidor. A velocidade atribuída ao veículo seguidor é consequência da velocidade do veículo líder e da distância entre os dois.

2.1.3.2 - *Lane-changing* no SimTraffic

O modelo *lane-changing* do SimTraffic também é semelhante ao utilizado no programa CORSIM. Ele considera o estímulo para a mudança de faixa, a identificação da faixa alvo e a avaliação das condições da faixa de destino para permitir que o movimento seja executado.

2.1.4 - O simulador TranSim

O TranSim (*Transportation Analysis and Simulation System*), desenvolvido por “*Los Alamos National Laboratory*”, é um dos mais abrangentes simuladores baseados nos modelos de demanda de viagens (Rilett, 2001 *apud* Park, 2010).

Ele simula atributos estocásticos e dinâmicos do sistema de transporte, baseados em níveis individuais de viagem sobre uma escala regional. Isto consiste em uma população identificada, uma atividade gerada, uma rota planejada e um simulador. O TranSim integra estas ferramentas que são executadas mediante o modelo “Autômato Celular”.

No modelo “Autômato Celular” as rodovias consistem em segmentos infinitos que são chamados “células”. Cada veículo pode mover-se de uma célula para outra ou permanecer em uma célula. Esta característica do modelo “Autômato Celular” permite simular movimentos individuais por tempos discretos e intervalos de espaço. O modelo “Autômato Celular” pode representar adequadamente fluxos de tráfego veicular dinâmicos complicados, sem perder características de simulações microscópicas assim como o *car-following* e o *lane-changing* (Nagel, 1995 *apud* Park, 2010).

2.1.5 - O simulador DRACULA

O DRACULA (*Dynamic Route Assignment Combining User Learning and microsimulAtion*) foi desenvolvido pelo *Institute for Transportation Studies* da

Universidade de Leeds em 1993 (Liu *et al*, 2005 *apud* Liu *et al*, 2011). Nesse simulador é adaptada uma nova aproximação para modelar redes de tráfego, onde a ênfase está na simulação microscópica de viagens individuais.

O DRACULA combina um número de submodelos. O modelo de demanda representa a variação de dia para dia de um total de demandas, sem a interrupção do período de tempo. Esta informação é passada para o modelo de simulação de tráfego que representa a variação no dia das condições da rede de tráfego e os movimentos dos veículos na rede, seguindo as rotas eleitas e registrando os resultados da viagem. No final do dia (período de estudo) um modelo de aprendizagem atualiza as experiências de cada veículo e acumula a informação em uma pasta histórica de viagem, que influencia na escolha do dia seguinte.

2.1.5.1 - *Car-following* no DRACULA

A lógica do modelo *car-following* deste programa representa uma interação longitudinal entre veículos. A velocidade de um veículo é modificada em função da velocidade relativa e posição do veículo precedente. Em função da distância relativa entre dois veículos em sequência, o deslocamento de um veículo é classificado em regime de movimento livre, seguidor, ou seguidor próximo (Liu *et al.*, 2011).

2.1.5.2 - *Lane-changing* no DRACULA

O modelo *lane-changing* considera a intenção do condutor individual e sua capacidade para mudar de faixa. A intenção do condutor para mudança de faixa pode ser modelada dependendo se a mudança de faixa é “discricionária” ou “obrigatória”. A intenção para fazer uma mudança de faixa discricionária pode ser desencadeada quando a vantagem de tempo ganho por mudanças de faixas excede alguns valores críticos. A intenção para fazer uma mudança de faixa obrigatória geralmente é desencadeada por regras referentes a movimentos de conversão que o veículo deve realizar para atingir o destino pretendido (Liu *et al.*, 2011).

2.1.6 - O simulador Aimsun

O Aimsun (*Advanced Interactive Micro-Simulation for Urban and Non-Urban Networks*) é capaz de reproduzir várias redes e condições reais de tráfego em uma plataforma computacional. Os modelos *car-following*, *lane-changing* e *gap-acceptance* explicam o

comportamento do veículo em intervalos de tempo durante a simulação. A vantagem do Aimsun inclui a capacidade de modelar uma rede de tráfego em detalhe e produzir várias medidas de desempenho. Recentemente foi lançada a versão v7.0 que é uma versão melhorada da v6.1. Tendo em vista o objetivo da presente dissertação, cada um desses modelos é apresentado em detalhes a seguir.

2.1.6.1 - Modelo *car-following* no Aimsun

O modelo de *car-following* no Aimsun está baseado no modelo de Gipps (1981 e 1986). No Aimsun, os parâmetros do modelo variam em função de diferentes fatores locais, tais como o tipo do motorista, a geometria da seção, a presença de outros veículos em faixas adjacentes, e as características dos veículos.

É assumido que os motoristas tendem a viajar na velocidade desejada em cada seção, mas que os veículos precedentes, adjacentes, os sinais de trânsito e obstáculos condicionam os comportamentos dos veículos.

a) Pressupostos

No modelo original de Gipps (1981), a velocidade do veículo “n” é calculada pelas Equações 2.3 e 2.4 e seu valor no tempo “ $t+T$ ” é tomado como o menor valor dentre os dois valores calculados.

Basicamente, o modelo de *car-following* depende de dois componentes, aceleração e desaceleração. O primeiro representa a intenção de um veículo em alcançar certa velocidade desejada, enquanto o segundo reproduz limitações impostas pelo veículo precedente quando o motorista tenta alcançar a velocidade desejada (TSS, 2010).

Este modelo afirma que a velocidade máxima a qual um veículo (n) pode acelerar durante um período de tempo ($t, t+T$) é dada pela Equação 2.3.

$$V_a(n, t + T) = V(n, t) + 2,5a(n)T \left(1 - \frac{V(n, t)}{V^*(n)} \right) \sqrt{0,025 + \frac{V(n, t)}{V^*(n)}} \quad (2.3)$$

em que:

$V_a(n, t+T)$ = velocidade máxima de acordo com a componente aceleração (m/s);

$V(n, t)$ = velocidade do veículo n no tempo t (m/s);

$V(n)$ = velocidade desejada pelo veículo n para a seção atual (m/s);

$a(n)$ = máxima aceleração para o veículo n (m/s²).

Considera, também, que a máxima velocidade que o mesmo veículo pode atingir, no mesmo intervalo de tempo ($t, t+T$), de acordo com suas próprias características e as limitações impostas pela presença do veículo líder (veículo $n-1$), é determinada pela Equação 2.4.

$$v_b(n, t+T) = d(n)T + \sqrt{d(n)^2 T^2 - d(n) \left[2 \{x(n-1, t) - s(n-1) - x(n, t)\} - v(n, t)T - \frac{v(n-1, t)^2}{d'(n-1)} \right]} \quad (2.4)$$

em que:

$V_b(n, t+T)$ = velocidade máxima de acordo com a componente desaceleração (m/s);

$d(n)$ (< 0) = máxima desaceleração desejada pelo veículo n (m/s²);

$x(n, t)$ = posição do veículo n no tempo t (m);

$x(n-1, t)$ = posição do veículo líder ($n-1$) no tempo t (m);

$s(n-1)$ = distância efetiva do veículo ($n-1$) (m);

$d'(n-1)$ = estimativa de desaceleração do veículo ($n-1$) (m/s²).

Em qualquer caso, a velocidade definitiva para o veículo n durante o intervalo de tempo ($t, t+T$) é a mínima das velocidades definidas anteriormente, conforme apresentado na Equação 2.5.

$$v(n, t+T) = \min \{V_a(n, t+T), V_b(n, t+T)\} \quad (2.5)$$

Então, a posição do veículo n é definida pela Equação 2.6:

$$x(n, t+T) = x(n, t) + V_{\min}(n, t+T)T \quad (2.6)$$

em que:

$x(n, t+T)$ = posição do veículo n no intervalo $t+T$ (m);

$x(n, t)$ = posição inicial do veículo (m);

$V_{\min}(n, t+T)$ = menor velocidade obtida pelas Equações (2.3) e (2.4) (m/s);

T = intervalo de tempo adotado no processo de simulação para atualização dos dados (s).

b) Modificações no modelo *car-following* no Aimsun

O *software* apresenta variações na estimativa da desaceleração do líder. Na versão v4.1, a estimativa de desaceleração do líder é assumida como sendo a própria desaceleração

desejada desse veículo (Equação 2.7). Entretanto, quando a razão entre as desacelerações do veículo seguidor e líder é relativamente alta, o componente de desaceleração do modelo apresenta instabilidades que pode fazer com que alguns veículos circulem muito próximos do veículo líder.

$$d'(n-1) = d(n-1) \quad (2.7)$$

Na versão v4.2, a estimativa de desaceleração do líder é igual à média entre a desaceleração do líder e a desaceleração do seguidor (Equação 2.8).

$$d'(n-1) = \frac{1}{2} \{d(n) + d(n-1)\} \quad (2.8)$$

Na versão v6.0, para assegurar a restrição de *headway* mínimo, a desaceleração do veículo líder é obtida com o uso do parâmetro “a”, denominado “*sensitivity factor*” (Equação 2.9).

$$d'(n-1) = d(n-1) * a \quad (2.9)$$

Quando $a < 1$ o veículo seguidor subestima a desaceleração do líder e se torna mais agressivo, aproximando-se mais. Para $a > 1$ o veículo seguidor superestima a desaceleração do líder e se torna mais cuidadoso, mantendo uma distância maior.

2.1.6.2 - Modelo *lane-changing* no Aimsun

O modelo *lane-changing* que o Aimsun aplica foi desenvolvido por Gipps em 1986 e é um modelo baseado na decisão que formula três perguntas referentes a necessidade, desejabilidade e possibilidade da mudança de faixa.

A mudança de faixa ocorre, geralmente, de forma obrigatória casos de presença de obstáculos, realização de movimentos de conversão e ultrapassagem. O comportamento dos motoristas nestes casos é complexo; alguns reduzem a velocidade ao observar que um veículo ao lado deseja mudar de faixa, enquanto outros até aceleram para não permitir que este veículo entre na sua frente. Essas e muitas outras características, como o tempo de reação a uma determinada situação, variam de condutor para condutor e têm impacto direto no desempenho dos veículos.

O Aimsun reproduz o comportamento individual de cada motorista, dos mais cuidadosos e cordiais aos mais agressivos. O *software* aloca, de forma aleatória e obedecendo as distribuições de probabilidade, os diferentes tipos de condutores nos diferentes veículos que, por sua vez, também possuem características distintas, como capacidade de aceleração.

O modelo aplicado neste *software* é considerado como um desenvolvimento do modelo de Gipps (1986). O modelo desenvolve-se como um processo de decisão, analisando a necessidade de mudar de faixa, a mudança de faixa desejável e a viabilidade de condições para a mudança de faixa, que são também locais e dependem da localização do veículo na rede viária.

O modelo assume que a cada tempo em que um veículo tem que atualizar sua posição, é perguntado: é necessária a mudança de faixa? A resposta depende de vários fatores, tais como a viabilidade da realização do movimento de conversão na faixa atual, a distância ao próximo movimento de conversão e as condições de tráfego na faixa atual. As condições de tráfego são medidas em termos de velocidade e comprimento de filas. Quando o motorista dirige mais lento que a velocidade desejada, ele tenta ultrapassar o veículo que vai à sua frente. Se a resposta inicial é respondida de forma positiva, o Aimsun faz duas outras perguntas. A primeira pergunta consiste em: é desejável mudar de faixa? Considera como positiva quando a velocidade da futura faixa é mais elevada do que da faixa atual, ou se a fila é mais curta, então é desejável uma mudança de faixa. A outra questão refere-se a: é possível a mudança de faixa? Neste caso é necessária a verificação de *gap* (distância livre entre os veículos na futura faixa) para permitir que a mudança de faixa seja completada de modo seguro.

Para alcançar uma representação mais precisa do comportamento do motorista no processo de decisão de mudança de faixa são caracterizadas 3 zonas (ver Figura 2-1).

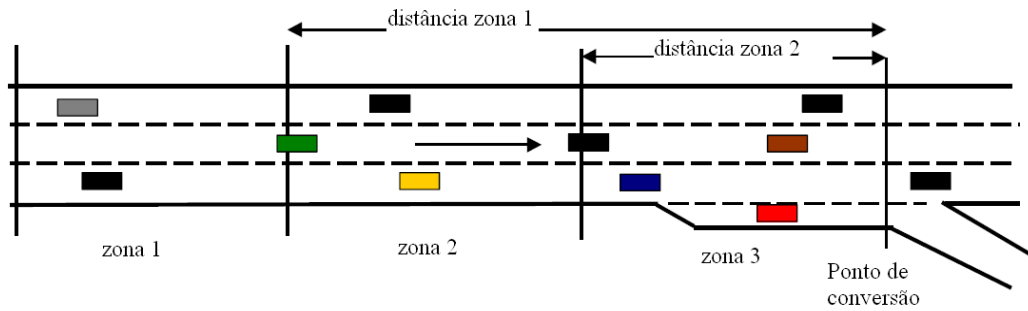


Figura 2-1: Zonas características em mudança de faixa

A Zona 1 indica a maior distância ao próximo ponto de conversão. As decisões de mudança de faixa são principalmente governadas pelas condições de tráfego das faixas envolvidas.

A Zona 2 representa a distância intermediária. Nesta zona a posição do veículo com relação à faixa a partir da qual a conversão desejada pode ser realizada é que afeta na decisão de mudança de faixa. Os motoristas que não estão nas faixas a partir das quais a conversão pode ser realizada, tendem a se aproximar do lado correto da via a partir do qual a conversão é permitida. Os veículos que buscam um *gap* podem tentar se adaptar, mas não afetam o comportamento dos veículos nas faixas adjacentes.

A Zona 3 é a distância mais curta ao próximo ponto de conversão. Os veículos são forçados a atingir as faixas de conversão desejadas, reduzindo a velocidade, se for necessário, e até chegando a uma parada completa, a fim de tornar a mudança possível. Também, os veículos das faixas adjacentes podem modificar seus comportamentos visando dar *gaps* maiores para os veículos que precisam realizar a mudança de faixa.

As zonas de mudança de faixas são definidas por dois parâmetros, distância da Zona 1 e distância da Zona 2. Esses parâmetros são definidos em unidades de tempo (segundos) e são convertidos em distância sempre que são requeridos para cada veículo “*i*” em cada seção “*s*”, mediante a seguinte função (Equação 2.10).

$$D_m = D_t * S_{limit}(s) \quad (2.10)$$

em que:

D_m = distância em metros (m);

D_t = distância em segundos (s);

$S_{lim\ it}(s)$ = velocidade limite da seção “s”(m/s).

Esta função garante que os veículos mais velozes (relacionado à velocidade limite) tenham zonas mais curtas que os veículos lentos. Este procedimento também garante que nem todos os veículos considerem exatamente o mesmo comprimento da zona. Assim, o comportamento do veículo tem mais variabilidade, fornecendo um modelo mais realista.

2.1.6.3 - Aceitação de *gap* no Aimsun

O modelo é usado para modelar comportamento de cessão do direito de passagem (*give way*). Este modelo determina se, para um veículo com baixa prioridade aproximando-se de uma interseção, o movimento de cruzamento da interseção pode ou não depender das condições de veículos de alta prioridade (posição e velocidade). Este modelo toma em conta a distância dos veículos para um ponto de colisão hipotético, suas velocidades e taxas de aceleração. Isto então determina o tempo necessário para desobstruir a interseção e produzir uma decisão que é também uma função do nível de risco aceito por cada condutor.

Muitos parâmetros do veículo podem influenciar no comportamento do modelo de aceitação de *gap*, dentre eles a Taxa de aceleração, Velocidade desejada, Aceitação de velocidade e Máximo tempo de *give-way*. Outros parâmetros, assim como a Distância de visibilidade para a interseção e a Velocidade de conversão, que são relacionados com a seção, podem também ter efeitos, mas os parâmetros do veículo são os mais importantes (TSS, 2012).

A Taxa de aceleração dá a capacidade de aceleração ao veículo, portanto tem uma influência direta sobre o *gap* de segurança requerido. O Tempo máximo de cessão de preferência é usado para determinar quando um condutor começa a ficar impaciente se não conseguir encontrar um *gap*. Quando o condutor espera durante esse tempo, a margem de segurança (normalmente o dobro do tempo de reação) é linearmente reduzida, atingindo o valor zero (0) durante um intervalo com duração igual ao Tempo máximo de cessão de preferência.

2.1.6.4 - O *car-following* em duas faixas no Aimsun

Este modelo considera a influência das faixas adjacentes no modelo *car-following*. Quando um veículo está se movimentando ao longo de uma seção, considera-se a influência que a velocidade de certo número de veículos trafegando lentamente na faixa adjacente (esquerda ou direita) teria sobre o veículo. Basicamente, o modelo determina uma nova velocidade máxima desejada na seção, que será utilizada no modelo *car-following* (TSS, 2012).

2.2 - PROCESSO DE CALIBRAÇÃO

O processo de calibração consiste em um ajuste de valores dos parâmetros dos modelos básicos integrantes da estrutura dos microsimuladores, neste caso, os modelos *car-following* e *lane-changing*. Esse último inclui o modelo de aceitação de *gap*. Seu propósito é permitir que o microsimulador reproduza adequadamente a situação do tráfego a ser estudada. Para o êxito deste processo são utilizados dados observados em campo sobre o desempenho do tráfego que, posteriormente, são comparados aos valores correspondentes produzidos pelo simulador.

A evolução tecnológica dos modelos de simulação tornou o processo de calibração ainda mais complexo, devido ao maior nível de detalhamento dos simuladores de tráfego, o que implica em aumento do número de parâmetros a serem calibrados, assim como do número de funções a serem utilizadas para representar determinados comportamentos. Este processo inclui, portanto, identificar os valores dos parâmetros que otimizem uma ou mais medidas de desempenho escolhidas pelo usuário para medir as diferenças entre a corrente de tráfego observada e a simulada (Rilett e Kim, 2001).

Um processo de calibração geralmente é realizado em três passos. Como primeiro passo, tem-se as seguintes atividades: definir o objetivo de estudo e da calibração para atingir esse objetivo; identificar os dados de campo necessários; escolher as medidas de desempenho que serão relacionadas com o objetivo do estudo; e tomar ciência das limitações do simulador escolhido. Como segundo passo deve-se preparar o cenário a simular no programa escolhido com todas as características do cenário real, tais como as características comportamentais dos motoristas, as características geométricas da via, o tipo de controle do tráfego nas interseções, o volume de tráfego, com as respectivas origens

e destinos das viagens, e a composição do tráfego, com as características de cada tipo de veículo envolvido. Como terceiro passo, os resultados produzidos pelo simulador são comparados aos dados disponíveis. Se não for satisfatório o resultado da simulação, os valores atribuídos aos parâmetros do simulador devem ser modificados até que a comparação entre cenário real e cenário simulado seja considerada aceitável. Estes passos são resumidos na Figura 2-2.

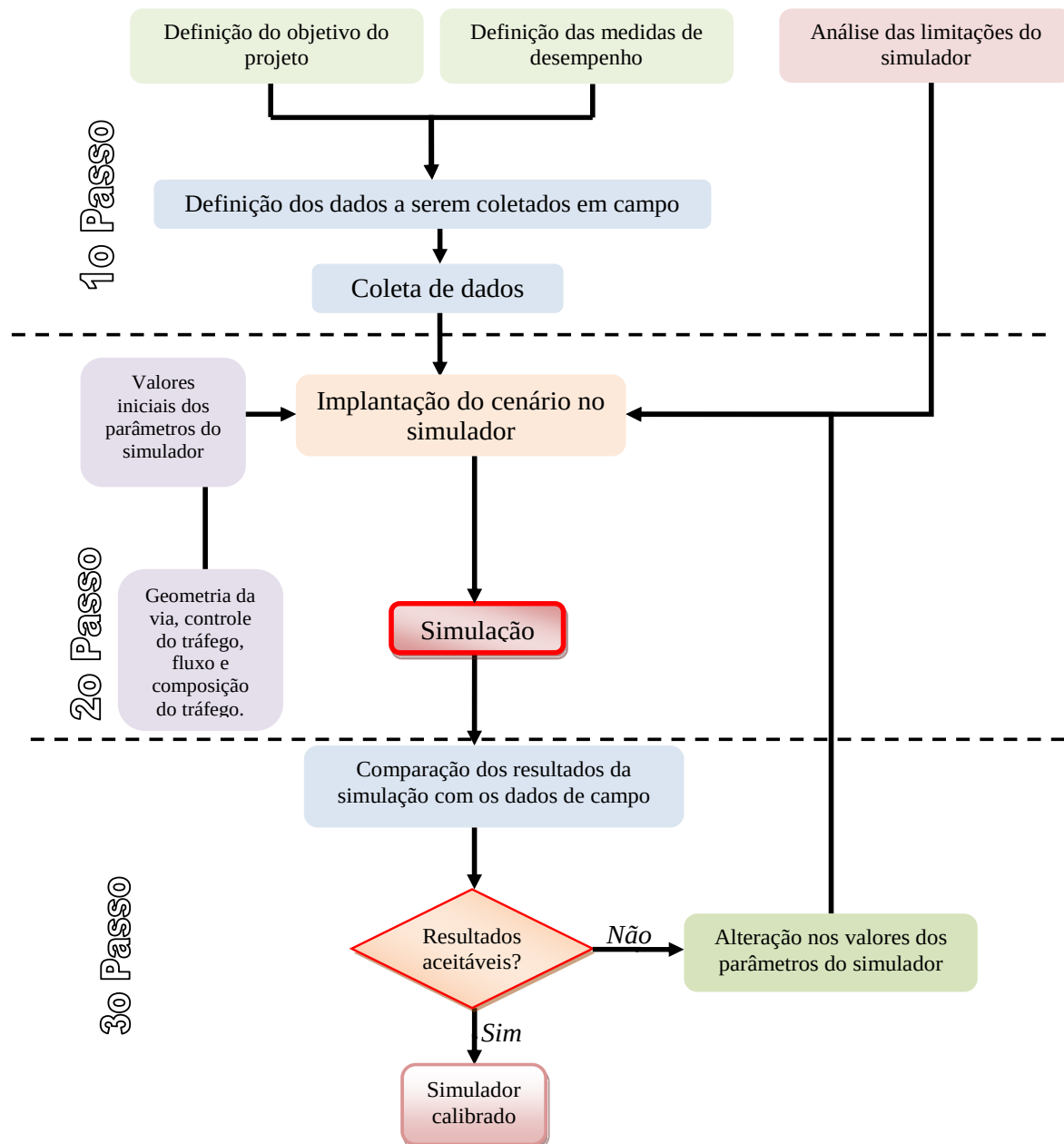


Figura 2-2: Processo de calibração de um simulador

2.3 - PARÂMETROS IMPORTANTES PARA CALIBRAÇÃO IDENTIFICADOS EM ESTUDOS ANTERIORES

Existem diferentes trabalhos de investigação visando identificar um procedimento de calibração que seja recomendável para trabalhos semelhantes. Todos estes trabalhos seguem uma lógica de procedimento para alcançar seus objetivos que, geralmente, é a seguinte:

- identificação do cenário a ser simulado;
- aplicação de técnica para a seleção de parâmetros importantes;
- aplicação de uma metodologia de calibração.

Nesses trabalhos foram utilizados diferentes *softwares* de simulação microscópica, com lógica dos modelos de comportamento muitas vezes distintas.

2.3.1 - Cenários

Na literatura foram identificados dois grandes grupos de cenários: cenários em área urbana e cenários em rodovias. Nos cenários em área urbana os estudos incluem desde uma interseção simples (Pank e Qi, 2006) até redes arteriais semaforizadas (Park e Scheneberger, 2003; Mathew e Radhakrishnan, 2010; entre outros). No caso dos cenários em rodovias os estudos revisados têm menos variedade, e o ambiente a simular varia entre um segmento de rodovia simples (Turley, 2007; Kim e Rilett, 2003; entre outros) e interseções de duas rodovias (Lownes e Machemehl, 2006).

A identificação do cenário é um importante passo em um processo de calibração devido, principalmente, à definição das características de comportamento dos motoristas e das características físicas do ambiente a simular. O comportamento de um condutor em área urbana toma em conta distâncias de segurança entre veículos e tempos de reação frente aos dispositivos de controle do tráfego, presença de pedestres, veículos ou outros obstáculos. Em rodovias, o comportamento dos condutores geralmente toma em conta parâmetros influenciados pelas velocidades regulamentadas nas rodovias e presença de veículos nos acessos e ao longo da via.

A partir deste passo segue uma seleção de parâmetros relevantes ou importantes em um processo de calibração.

2.3.2 - Aplicação de técnica para seleção de parâmetros importantes

As técnicas que foram identificadas na literatura para a seleção de parâmetros importantes em um processo de calibração seguem dois padrões. Um primeiro grupo utiliza a revisão de literatura de trabalhos similares para a seleção dos parâmetros importantes (Araújo *et al.*, 2003; Lownes e Machemehl, 2006; Mathew e Radhakrishnan, 2010; Gao e Rakha, 2009; Brockfeld *et al.*, 2003; Park e Scheneberger, 2003; entre outros).

Um segundo grupo utiliza procedimentos estatísticos, como é o caso da análise de sensibilidade (Turley, 2007; Pank e Kwak, 2010; Dalprá, 2011; entre outros), que produziram resultados confiáveis explicados com base estatística. Em alguns trabalhos optou-se por outros procedimentos pouco usuais, como o teste de erro e julgamento do engenheiro de tráfego (Pank e Qi, 2006).

Outra técnica, o LHD (*Latin Hypercube Design*), é identificada na literatura. Essa técnica, relacionada com a linguagem de programação matemática (MatLab), foi utilizada por Santhanam e Park (2008) que, simulando 23,5 milhas de uma rede rodoviária no simulador VISSIM, selecionaram 26 parâmetros importantes. O uso de algoritmos genéticos também é bastante frequente na calibração de simuladores, como mostra a revisão de alguns trabalhos a seguir apresentados. Para qualquer técnica utilizada, sempre se deve ter em conta a importância da definição do cenário e de um critério de julgamento para a seleção dos parâmetros, como especificam alguns trabalhos (Hourdakis *et al.*, 2003).

A partir dos procedimentos referidos, muitos trabalhos conseguem identificar parâmetros importantes de calibração de acordo com o cenário de estudo em um simulador microscópico. Para redes urbanas, por exemplo, Park e Qi (2005) identificaram dois parâmetros importantes para uma interseção simples semaforizada no simulador microscópico VISSIM. Estes parâmetros importantes são regras de prioridade para mínimo tempo de *gap* e distribuição da velocidade desejada. Para essa identificação os autores usaram a técnica de algoritmos genéticos.

Em outro trabalho, onde foi usada a técnica LHD (*Latin Hypercube Design*) voltado à simulação de uma rede arterial urbana com 12 interseções semaforizadas no simulador microscópico VISSIM, foram achados seis parâmetros importantes para cenários com estas características. São eles a distância de parada, a distância de mudança de faixa, o número observado de veículos precedentes, a distância média de parada, o tempo de espera antes da dispersão, e o tempo mínimo de *headway* (Park e Scheneberger, 2003).

Também voltado à simulação de redes urbanas e usando a técnica LHD (*Latin Hypercube Design*), o trabalho realizado por Pank e Kwak (2010), considerando uma rede arterial de quatro interseções semaforizadas no simulador *TranSim*, identificou um número menor de parâmetros importantes, que são o tempo máximo de espera, a variância máxima de tempo de chegada, e variância máxima de tempo de partida. O número de parâmetros é menor em relação ao obtido com o simulador VISSIM, considerando que o VISSIM tem um número maior de parâmetros de entrada do que o *TranSim* e outros simuladores, mas os parâmetros estão relacionados também com os tempos.

Para os parâmetros com cenários simulados em rodovias têm-se vários trabalhos, por exemplo, o realizado por Turley (2007). Nesse trabalho foi realizada a simulação de 13 milhas de rodovia no simulador CORSIM e, com o uso de algoritmos genéticos, foram obtidos quatro parâmetros importantes: o tempo para completar a manobra de mudança de faixa, a separação mínima para a geração de veículos, limite de vantagem para mudança discricionária de faixa, e fator de sensibilidade *car-following*. Estes parâmetros sugerem tomar em conta como parâmetros importantes os relacionados com distância de segurança e velocidades. Note-se, também, que o fator de sensibilidade, relacionado com o *headway* no Aimsun, aparece como parâmetro importante (Turley, 2007).

Também usando algoritmos genéticos, outro trabalho em rodovias usando o simulador CORSIM reúne maior número de parâmetros. O cenário nesse caso foi composto por 23 km de rodovia, tendo sido identificados como importantes os 10 parâmetros listados a seguir: o fator de sensibilidade *car-following*, a distância mínima *car-following*, o atraso em aceleração, o atraso em desaceleração, o tempo para completar a manobra para troca de faixa, a mínima separação para geração de veículos, o parâmetro tempo para evitar a colisão, a percentagem de motoristas que desejam entrar no fluxo maior de veículos em uma via principal, o multiplicador desejado para realizar uma troca discricionária de faixa,

e o limite de vantagem para troca discricionária de faixa (Kim e Rilett, 2003). Observa-se que os parâmetros estão relacionados com distâncias de segurança, tempos, velocidades, identificando-se estes parâmetros em número maior do que o obtido no estudo anterior. Isto significa que as características geométricas também podem influenciar na identificação de parâmetros importantes.

Assim, na literatura revisada para a presente dissertação, foram identificados diferentes números de parâmetros importantes. Esse número varia de um simulador para outro e de um trabalho para outro. A Tabela 2-1 apresenta uma síntese dos estudos revisados que abordam a questão da calibração de microsimuladores de tráfego.

Tabela 2-1: Síntese dos trabalhos revisados

Fonte	O problema	Formulação da solução	Medidas de desempenho	No. Lugares de medição	No. Parâmetros calibrados	No. Execuções por avaliação	Cenário estudado	Simulador	Algoritmo solução?
Barcelo and Casas, 2004	Calibração e validação	Verbal	N/A	acima de 700	N/D	N/D	Rede interurbana (1800 km de via)	Aimsun	Não
Ben-Akiva et al., 2004	Calibração inc. escolha de rotas e matriz O/D	Progr. matemático (alg. <i>Box's Complex</i>)	Velocidade, Densidade, Fluxos	acima de 68	3-6	N/D	Rodovia e 2 arteriais/298 interseções em uma rede urbana	MITSIMlab	Sim
Kim et al., 2005	Calibração	Algoritmos genéticos	Distribuição do tempo de viagem	3	6	1	Arterial Urbana (1 km comprimento)	VISSIM	Sim
Park and Qi, 2005	Calibração	Algoritmos genéticos	Tempo da viagem	1	2	5	Uma interseção semaforizada	VISSIM	Sim
Oketch and Carrick, 2005	Calibração inc. matriz O/D e validação	Verbal	Fluxos nos links e de conversão, tempo da viagem, comprimento de filas	55	N/D	N/D	Rede urbana (8 km ² , com 16 interseções)	PARAMICS	Não
Brockfield et al., 2005	Calibração e validação	Verbal (algoritmo Simplex)	Velocidade	3	4-15	N/D	Uma rodovia (1 km de comprimento)	10 diferentes modelos	Sim (não apresentado)
Lownes and Machemehl, 2006	Análise de sensibilidade	-	Capacidade da seção	-	7	6	Interseção de duas rodovias	VISSIM	Não
Turley C., 2007	Calibração	Algoritmos genéticos	Velocidade média - Velocidade	5	4	400	13 milhas Rodovia	CORSIM	Sim
Santhanam S. and Park B., 2008	Calibração	Latin Hypercube Design	Tempo da viagem	30-22	29	5	23,5 milhas Rede Rodoviária	VISSIM	Sim
Gao Y. and Rakha H., 2008	Calibração	Método Simplex	Atrasos, Paradas e Consumo de combustível	N/D	3	N/D	Uma interseção semaforizada entre dois segmentos de rodovia de 1 km cada	VISSIM-INTEGRATION	Não
Park and Kwak, 2010	Calibração e validação	Latin Hypercube Design	Tempo de viagem - Volume	N/D	3	5	Rede arterial de 4 interseções semaforizadas	TranSim	Não
Mathew e Radhakrishnan, 2010	Calibração e validação	Algoritmos genéticos	Tempo de atraso	3	11	10	Rede arterial de 3 interseções semaforizadas	VISSIM	Sim
Dalprá G, 2011	Análise de sensibilidade	-	Velocidade média - Tempo de viagem	N/D	5	20	250 m de via arterial com duas interseções	SimTraffic	Não
Liu et al, 2010	Calibração	Algoritmos genéticos	Fluxos	7	-	53	1012 ft de rodovia	CORSIM	Sim
Kim e Rilett, 2003	Calibração	Método Simplex	Tempo da viagem	N/D	19/3	20	23 km de rodovia	CORSIM / TranSim	Não
Park e Scheneberger, 2003	Calibração e validação	Latin Hypercube Design	Tempo médio da viagem	N/D	6	5	Rede arterial urbana com 12 interseções semaforizadas	VISSIM	Sim
Park e, 2004	Calibração e validação	Latin Hypercube Design	Tempo médio da viagem	N/D	7	6	Rede arterial urbana com 12 interseções semaforizadas	VISSIM	Sim
Hourdakis et al, 2003	Calibração e validação	Algoritmo MINOS	Volume, Velocidade	3	12	300	seção de 20 km rodovia	Aimsun	Sim

Legenda:

N/D = informação não disponibilizada no trabalho revisado

Na Tabela 2-2 estão resumidos os parâmetros importantes obtidos na literatura pesquisada para cada tipo de simulador.

Note-se que o simulador VISSIM apresenta 18 parâmetros importantes, sendo vários parâmetros importantes em cenários urbanos e rodovias ao mesmo tempo (distâncias de segurança e tempos de reação, por exemplo). Também o nível de detalhe do simulador para áreas urbanas e rodovias, com módulos separados, permite reconhecer o número de parâmetros em cada caso, sendo, por exemplo, 10 parâmetros especificamente para simulações em rodovias (C0 até C9).

Outro simulador com maior quantidade de parâmetros importantes é o CORSIM, que apresentou 11 parâmetros. O exemplo do VISSIM, este simulador distingue simulações em áreas urbanas (NETSIM) de simulações em rodovias (FRESIM).

Os parâmetros identificados como importantes no simulador Aimsun são oito, mas considerando como cenário um segmento de rodovia, três parâmetros adicionais também são considerados importantes, os três relacionados com as velocidades da seção (acesso, seção normal, e seção de convergência em entrelaçamento). Entretanto, estas velocidades não podem ser modificadas porque cada tipo de seção tem uma velocidade estabelecida de acordo com as normas legais.

Tabela 2-2: Parâmetros importantes identificados na literatura por tipo de simulador

Simulador utilizado	VISSIM	CORSIM	TranSim	DRÁCULA	Aimsun	SimTraffic	10 modelos
Parâmetros importantes	Distância de Mudança de Faixa	Atraso em aceleração	Distância seguimento no plano	Fator de aceleração	Máxima diferença de velocidade	Desaceleração em amarelo	5 Limites e variáveis descrevendo diferentes modos de condução (FRITZSCHE)
	Distância de Parada	Atraso em desaceleração	Probabilidade de desaceleração	Fator de afastamento	Máxima diferença de velocidade <i>on-ramp</i>	Fator de velocidade	Aceleração antes do intervalo de tempo (FRITZSCHE)
	Distância look-head	Distância mínima <i>car-following</i>	Probabilidade de troca de faixa	Fator de risco	Maxima taxa de aceleração	Taxa de desaceleração de cortesia	Aceleração do líder antes do intervalo de tempo (FRITZSCHE)
	Distância média de parada	Fator de sensibilidade <i>car-following</i>	Tempo máximo de espera	Fator de troca de faixa	Maxima velocidade desejada	Tempo de reação em amarelo	Aceleração/Desaceleração no modo <i>"following"</i> (FRITZSCHE; MiSim)
	Distância mínima de observação	Limite de vantagem para mudança de faixa discricionária	Variancia máxima de tempo de chegada	Fator de velocidade	Porcentagem de retomada	Tempo de reação em verde	Desaceleração (Newell;GIPPSLIKE;IDM;IDMM;MiSim;SK_STAR)
	Distância mínima lateral para v= 0 km/h	Mínima separação para geração de veículos	Variancia máxima de tempo de partida	-	Porcentagem de ultrapassagem	-	Distância entre o seguidor e o líder (CA0.1;MiSim)
	Distância mínima lateral para v= 50 km/h	Multiplicador desejado para realizar uma troca de faixa discricionaria	-	-	Taxa de desaceleração normal	-	Distância entre o seguidor e o líder (Newell)
	Distribuição de velocidade desejada	Parâmetro tempo para evitar a colisão	-	-	Tempo de reação	-	Fator para cálculo de "gap seguro" (FRITZSCHE;IDMM;Aerde;MiSim;OVM;SK_STAR)
	Fluxo de saturação; parte aditiva da distância de segurança desejada	Porcentagem de motoristas que desejam produzir merging veículos	-	-	Velocidade da seção (seção acesso)	-	Força de aceleração (GIPPSLIKE;IDMM;SK_STAR)
	Fluxo de saturação; parte multiplicativa da distância de segurança desejada	Separação mínima para a geração de veículos	-	-	Velocidade da seção (seção entrelaço)	-	Freiado aleatório (CA0.1;SK_STAR)
	Limite para entrar no modo <i>following</i>	Tempo para completar a manobra de mudança de faixa	-	-	Velocidade da seção (seção regular)	-	Freiado aleatório (Newell)
	Número observado de veículos precedentes						Limite para freiado difícil (FRITZSCHE)
	Regras de prioridade para mínimo tempo de <i>gap</i>						Limites para desaceleração (FRITZSCHE)
	Taxa de aceleração						Tempo de reação (Newell;GIPPSLIKE;IDM;SK_STAR)
	Tempo de espera antes da dispersão						Tipo de luz de freio para o líder (0;1) (FRITZSCHE)
	Tempo de <i>headway</i>						
	Varição de <i>following</i>						
	Mínimo <i>headway</i>						
	Distância de parada de emergência						
	Velocidade desejada						

2.4 - TÓPICOS CONCLUSIVOS DO CAPÍTULO

- a) A revisão da estrutura dos microsimuladores analisados neste capítulo (VISSIM, CORSIM, *SimTraffic*, *TranSim*, DRACULA e Aimsun), especificamente com relação aos modelos de comportamento *car-following* e *lane-changing*, revelou que existem algumas diferenças importantes entre eles. Estas diferenças precisam ser compreendidas pelos usuários para que possam ser selecionados os parâmetros importantes do processo de calibração. A questão da importância de selecionar estes parâmetros ficou evidenciada na maioria dos estudos revisados, já que o número de parâmetros que podem ser calibrados é elevado, sobretudo nos microsimuladores que possuem modelos de tráfego mais complexos. Foi verificado, também, que os procedimentos adotados em cada estudo diferem entre si, sobretudo com relação às técnicas utilizadas para a seleção dos parâmetros importantes para a calibração.
- b) Com relação aos parâmetros importantes obtidos nos estudos analisados, verifica-se que eles variam em função do simulador, da geometria do cenário e da área em que o cenário se situa (urbana ou rural). Os trabalhos revisados mostram que parâmetros relacionados com a distância de segurança e tempos de reação são relevantes para a calibração de simuladores na aplicação em cenários urbanos. Já para rodovias, os parâmetros importantes estão mais relacionados a distâncias de segurança e velocidade. Ou seja, não é possível, a priori, estabelecer um conjunto de parâmetros importantes para o processo dos microsimuladores em geral e, mesmo para um dado simulador, é preciso levar em conta a situação a ser simulada para poder definir apropriadamente esse conjunto.
- c) Os resultados obtidos nos estudos revisados revelam, portanto, a conveniência de se desenvolver um procedimento geral que possa ser aplicado pelo usuário de um microsimulador antes da calibração do mesmo, visando a identificação dos parâmetros importantes para essa calibração na situação em análise. É recomendável que os parâmetros importantes obtidos nos estudos revisados sejam levados em conta no desenvolvimento desse procedimento geral.

3 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO MICROSSIMULADOR AIMSUN

O processo de simulação no Aimsun é considerado como um processo de simulação híbrida. Para cada intervalo de tempo (passo de simulação), o ciclo de simulação atualiza a lista de programa de eventos não condicionados (eventos assim como mudanças em semáforos que não dependem da terminação de outras atividades). Depois dessa atualização, o programa atualiza o estado das entidades (seções viárias e interseções) e dos veículos no modelo.

O simulador Aimsun é caracterizado pelo alto nível de detalhe com que o sistema pode ser modelado. A qualidade do modelo é altamente dependente da disponibilidade e exatidão dos dados introduzidos.

3.1 - PROCESSO DE SIMULAÇÃO NO AIMSUN

O processo de simulação no Aimsun requer:

- a) a configuração de uma rede, que é definida por seções (representando os segmentos viários) conectadas por nós (interseções). Cada elemento (entidade) possui diferentes características. Para construir o modelo da rede, são necessários os seguintes dados de entrada: mapa da área; detalhes quanto ao número de faixas para cada seção, presença de faixas reservadas e rampas de entrada e saída; possíveis conversões para interseções, incluindo detalhes acerca das faixas de cada conversão, velocidades limites para cada seção e velocidade de conversão para movimentos permitidos em cada interseção; posição de detectores (se for o caso) que medirão capacidades nas seções (considerando todas as faixas) e farão o controle de velocidade dos fluxos veiculares.
- b) os dados de demanda de tráfego, que podem ser definidos em fluxos de tráfego e matrizes origem/destino. No primeiro caso é preciso definir os veículos tipo e seus atributos; as classes de veículos; os fluxos nas seções de entrada para cada tipo de veículo; e as proporções de conversão para todas as seções para cada tipo de veículo. O controle de tráfego pode ser realizado por semáforos, sinais de “Dê a preferência”, e equipamentos para o controle da entrada nos acessos.

A definição do passo de simulação. Em cada intervalo de tempo (passo de simulação) dos ciclos de simulação, os eventos não condicionais (por exemplo, as mudanças nos semáforos que não dependem da terminação de outras atividades) são atualizados. A caixa de controle de atualização, mostrada no diagrama de fluxo da Figura 3-1, representa este passo. Depois de atualizar o processo, um conjunto de laços programados inicia a atualização dos estados das entidades (seções e interseções) e dos veículos do modelo. Uma vez que a última entidade é atualizada, o simulador realiza as demais operações, tais como a introdução de novos veículos, nova coleta de dados, etc. Esta lógica é apresentada na Figura 3-1.

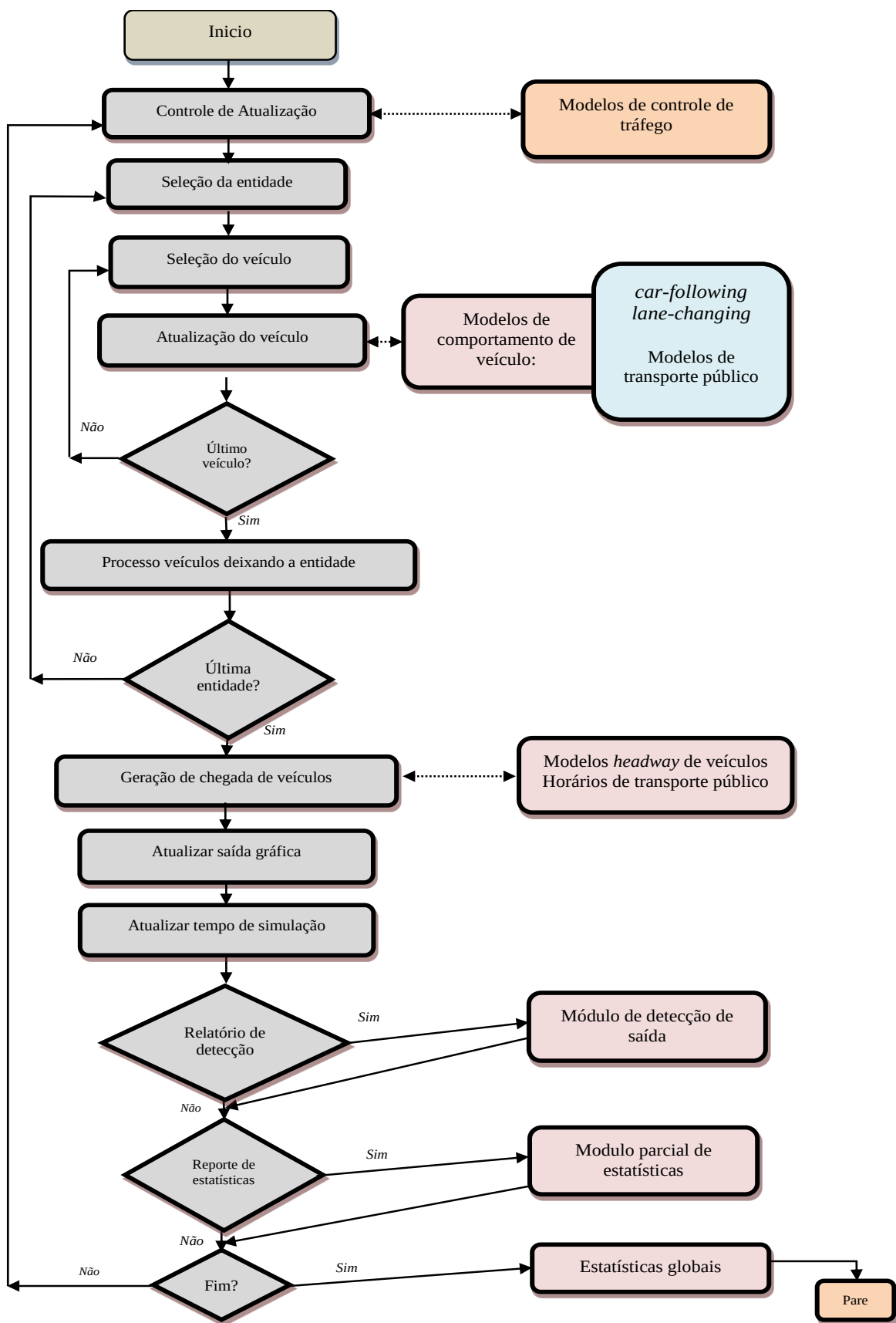


Figura 3-1: Lógica de funcionamento no Aimsun

3.1 - ELEMENTOS DA SIMULAÇÃO MICROSCÓPICA NO PROGRAMA

As categorias de dados gerais a serem fornecidos pelo usuário para o começo de uma simulação com o Aimsun referem-se às seções da rede viária, aos veículos e à rede viária global. Cada uma dessas categorias contém parâmetros que foram verificados no cenário de desenvolvimento do *software* e são apresentados no programa, conhecidos como parâmetros *default*.

O usuário pode definir esses parâmetros, dependendo das características do tráfego e do ambiente a ser simulado. Por exemplo, o comportamento dos condutores em uma rede arterial urbana pode ser diferente do comportamento em uma rodovia. O modelo básico é o mesmo, mas variáveis assim como as zonas de mudança de faixa ou tempos de reação podem ser diferentes. Esses parâmetros podem também variar de um país para outro ou em função do ambiente em que a via está inserida (urbano ou rural). Valores apropriados para esses parâmetros são obtidos por meio de um processo de calibração.

Na Figura 3-2 são apresentadas as três categorias em que são agrupados os parâmetros no Aimsun: parâmetros locais da seção, atributos do veículo, e parâmetros globais da rede. As descrições dos parâmetros apresentadas nesta seção foram extraídas diretamente (traduzidas) do Manual do Usuário do programa (TSS, 2012).

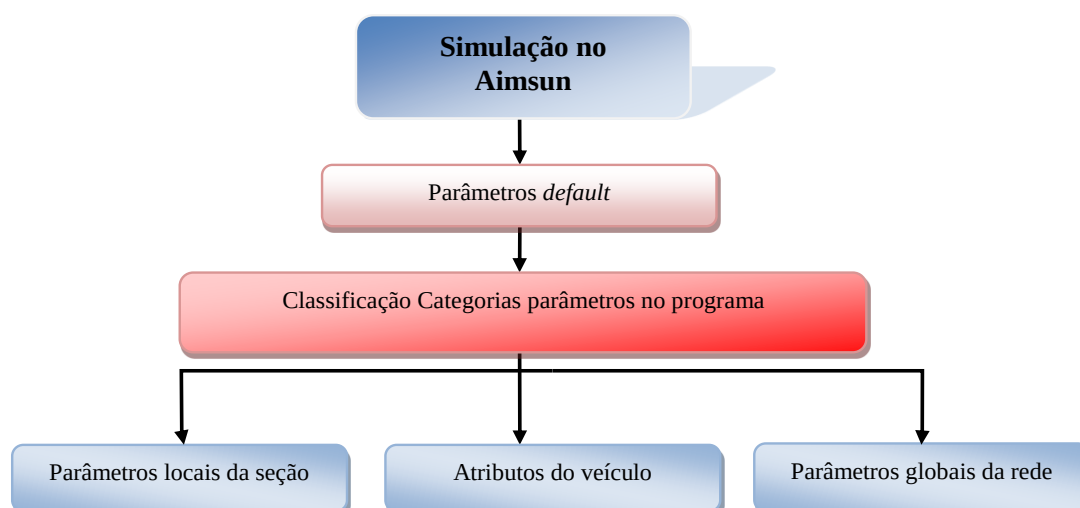


Figura 3-2: Classificação em categorias dos parâmetros no Aimsun

3.1.1 - Parâmetros locais da seção

O Aimsun trabalha com dez tipos de seções que, segundo o tipo de cenário a simular, são utilizados na rede de trabalho. Os tipos de seções considerados no programa são arterial, auto-estrada, estrada, área de pedestres, anel viário, rotatória, rampas de entrada /saída, rua, rua semaforizada, e estrada urbana. Geralmente, se não for definida a seção para uma simulação, o programa define como seção *default* a seção do tipo arterial. Os tipos de seções são apresentados na Figura 3-3.

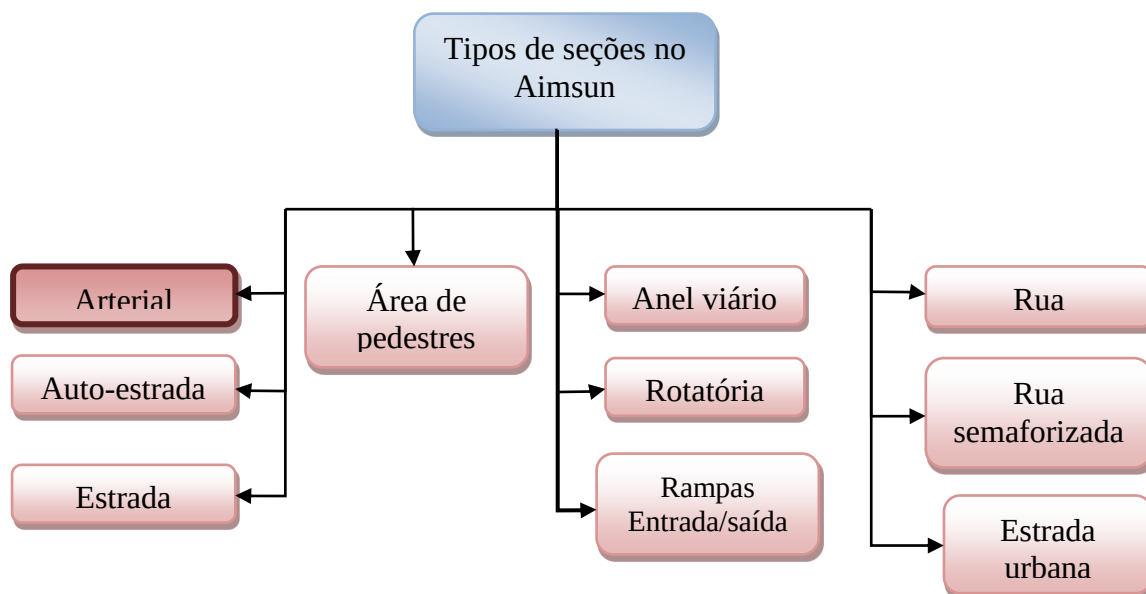


Figura 3-3: Tipos de seções no Aimsun

Certos parâmetros relacionados com as seções afetam o comportamento do veículo, apesar de não estarem definidos para um tipo específico de veículo. Isto significa que esses parâmetros são aplicados localmente para os veículos que estão se deslocando ao longo da seção, mas que eles mudam quando o veículo entra em uma nova seção.

Para cada seção a ser trabalhada, o programa apresenta 19 parâmetros característicos, que são considerados em uma simulação microscópica. Os totais de parâmetros estão reunidos em quatro grupos, dos quais o último em dois subgrupos (por serem parâmetros complementos da seção). A Figura 3-4 apresenta este agrupamento, e a Tabela 3-1 apresenta o resumo de todos os parâmetros da seção no programa, sendo 19 parâmetros *default* relacionados à seção no início de uma simulação. O significado de cada parâmetro é detalhado a seguir.

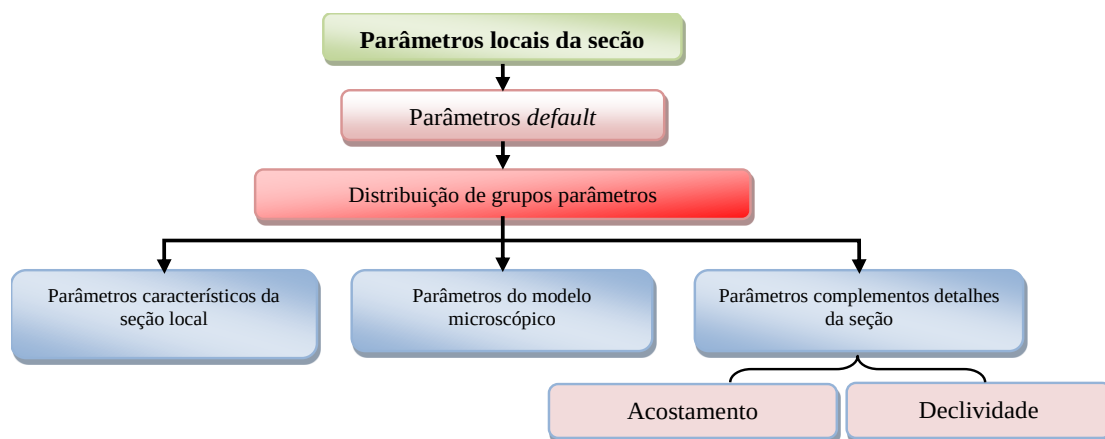


Figura 3-4: Grupos de parâmetros das seções no Aimsun

Tabela 3-1: Parâmetros *default* do tipo de seção “arterial” no Aimsun

		<i>Parameters</i>	Parâmetros	Características	unidade	valores default
Parâmetros gerais	Parâmetros característicos da seção da via	<i>Maximum speed</i>	Velocidade máxima	máxima velocidade permitida para os veículos que trafegam em determinada seção	km/h	50.00
		<i>Capacity (per lane)</i>	Capacidade (por faixa)	capacidade da seção por faixa	UCPs	900.00
		<i>Lane width</i>	Largura da faixa	é a largura da faixa na seção	m	3.00
		<i>User defined cost</i>	Custo definido pelo usuário	custo em termos de tempo, utilizado geralmente para simulações macroscópicas	adim	0.00
		<i>Second user defined cost</i>	Segundo custo definido pelo usuário	custo em termos de tempo, utilizado geralmente para simulações macroscópicas	adim	0.00
		<i>Third user defined cost</i>	Terceiro custo definido pelo usuário	custo em termos de tempo, utilizado geralmente para simulações macroscópicas	adim	0.00
		<i>Draw mode</i>	Modo de Exibição	apresenta quatro alternativas a elencar pelo usuário: como via, como ferrovia, como trilho de VLT, não desenhado, somente semáforos		
Modelos Dinâmicos	Parâmetros Modelo Microscópico	<i>Maximum Give Way Time Variation</i>	Máxima Variabilidade do Tempo de "Dê a preferência"	variação de tempo de "Dê a preferência"	s	0.00
		<i>Distance Zone 1</i>	Distância Zona 1	distância do final da Zona 1 até a próxima conversão	m	300.00
		<i>Distance Zone 2</i>	Distância Zona 2	distância do final da Zona 2 até a próxima conversão	m	40.00
		<i>Distance on-ramp</i>	Distância Faixa de Aceleração (<i>on-ramp lane</i>)	distância de aceleração para entrada de veículos	m	<i>whole ramp</i>
		<i>Yellow box speed</i>	Velocidade no <i>yellow box</i>	velocidade em um cruzamento com <i>yellow box</i>	km/h	15.00
		<i>Visibility distance</i>	Distância de Visibilidade	distância a partir da qual o condutor consegue ver o final da seção	m	30.00
		<i>Reaction time variation</i>	Variação Tempo de Reação	valor inteiro que aumenta o diminui o valor do tempo de reação no atributo do veículo	-	0.00
		<i>Lane-changing cooperation</i>	Cooperação em mudanças de faixas	valor que denota a percentagem de veículos a montante que cooperam para criar um <i>gap</i> para veículos que tentam mudar de faixa.	%	50.00
		<i>Consider two-lane CF model</i>	Considerar modelo <i>car-following 2</i> faixas	considera a influência das faixas adjacentes no modelo <i>car-following</i>	<i>on</i>	
Acostamento	<i>Right</i>	Direito	presença de acostamento no lado direito da seção (pode assumir valores "nenhum" ou "existente")	adim	nenhum	
	<i>Left</i>	Esquerdo	presença de acostamento no lado esquerdo da seção (pode assumir valores "nenhum" ou "existente")	adim	nenhum	
Altitude		Altitude (slope percentage: 0%)	Altitude	valor que indica a inclinação da seção (ative ou declive), expresso em percentagem; é calculado como a diferença entre as cotas dos pontos inicial e final da seção, dividida pela sua extensão total (medida em projeção horizontal)	ponto ini/ponto final (m)	0/0

a) Velocidade máxima

Este parâmetro corresponde, na verdade, a até três informações com relação à velocidade máxima: velocidade limite da seção, velocidade limite na faixa e velocidade de conversão.

a.1) Velocidade limite da seção

Máxima velocidade permitida para os veículos que viajam através de uma seção, expressa em km/h. Dependendo das características dos condutores, eles podem ou não seguir as recomendações da velocidade limite. O valor depende do tipo da seção da via. Na Tabela 3-1, verifica-se que o valor *default* na seção da via de tipo arterial é 50 km/h.

a.2) Velocidade limite na faixa

A máxima velocidade permitida, em km/h, para os veículos que viajam através de uma faixa particular. Por *default*, a velocidade limite é aplicada para todas as faixas da seção. Mas o usuário pode definir velocidades limites específicas para cada faixa das seções. Para o tipo de seção “arterial” o valor *default* é o mesmo valor da velocidade máxima da seção e se habilita caso seja necessário.

a.3) Velocidade de conversão

É a máxima velocidade, em km/h, para um veículo viajar quando realiza movimento de conversão. Dependendo das características dos condutores, eles podem usar uma velocidade alta ou baixa. Pode ser usado para simulações microscópicas e mesoscópicas. O veículo se desloca através de uma seção iniciando a desaceleração enquanto se aproxima da conversão a fim de alcançar esta velocidade de conversão no final da seção. A velocidade de conversão é mantida durante a conversão e quando entra na seção seguinte, o veículo iniciará a aceleração de novo conforme a velocidade desejada para esta seção; a opção para definir a velocidade de conversão é habilitada caso seja necessário.

b) Capacidade

A capacidade da seção é definida a partir da capacidade estabelecida para cada faixa e é alterada automaticamente se o usuário realiza mudanças no número de faixas da seção. É expressa em termos de unidades de carro de passeio (ucp) por hora. A capacidade antiga (antes da mudança) é usada para calcular a nova. Caso o número de faixas seja

incrementado, o valor da capacidade aumentará proporcionalmente ao valor da capacidade por faixa. O programa oferece valores *default* para a capacidade por faixa para cada tipo de seção da via. O valor *default* de 900 ucp/h é para seção de via arterial.

c) Largura da faixa

A largura da faixa está determinada em relação ao tipo de seção dentro da rede no processo de simulação. No programa, por *default*, para a maioria dos tipos das seções está definido um valor de 3m. No caso das rotatórias o valor *default* muda para 3.20m e em Autoestradas para 3.50m. Segundo o tipo de simulação, o programa apresenta três alternativas de tipo de faixa: normal livre; reservada para o transporte público; e reservada para veículos de carga.

d) Primeiro, segundo e terceiro custos definidos pelo usuário

Os três custos definidos pelo usuário podem ser usados como o custo expresso em termos de tempo, representando um valor econômico associado com a seção. Esses valores podem ser usados em algumas funções VDF (*volume delay function*). O programa apresenta valores *default* zero (0) e o uso desses custos é feito na modelagem macroscópica.

e) Modo de exibição

O modo de exibição das seções indica como estas serão apresentadas durante o processo de duração da simulação. Isto por exemplo, se o projeto consiste em simular uma rede ferroviária, o modo de exibição das seções não será como rodovia, a exibição será como ferrovia. No programa apresentam-se cinco alternativas de exibição, ou seja, como rodovia, como ferrovia, como trilha de bonde, sem exibição (que indica que o modelo não será simulado em 3D, só em 2D) e só semáforos (simulará só semáforos e *meterings*). Por *default* o modo de exibição do programa é “como rodovia”.

f) Distância à Zona 1 e distância à Zona 2

No processo de simulação, cada seção é dividida nas três zonas mostradas na Figura 3-5, em que a Zona 1 corresponde ao trecho em que o veículo analisa a situação e decide se vai ou não trocar de faixa em função de melhorar suas condições de circulação, isto é, a situação da conversão futura não é considerada; a Zona 2 é uma zona intermediária, em que o veículo procura trocar de faixa visando atingir a faixa de conversão; e a Zona 3 é uma zona em que o veículo é forçado a trocar de faixa de modo a atingir a faixa de

conversão. Na Figura 3-5 são representadas graficamente as distâncias à Zona 1 e à Zona 2, assim como a distância de rampas de acesso (que corresponde à faixa de aceleração situada junto a essas rampas).

A distância à Zona 1 corresponde à distância entre o final da Zona 1 e o próximo ponto de conversão. Esta distância está definida como a distância de viagem (em metros) necessária para que o veículo atinja o local da conversão desejada e é usada no modelo *lane-changing*. Em versões anteriores esta distância era definida em unidades de tempo, e era convertida em espaço usando a função da velocidade limite e a velocidade desejada de cada veículo na seção. A razão para usar o tempo foi que a variação da distância dependia das características do veículo. Agora, na versão recente do programa (v7.0), esta distância é expressa em metros e varia para cada tipo de seção. O valor *default* em uma seção arterial é 300 m.

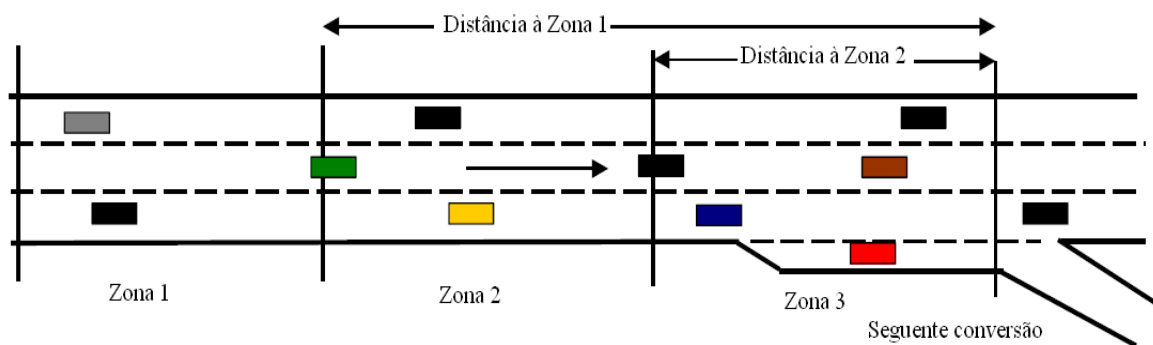


Figura 3-5: Parâmetros de distância em uma seção

A distância à Zona 2 corresponde à distância entre o final da Zona 2 e o próximo ponto de conversão. Em versões anteriores, esta distância era definida como o tempo (segundos) necessário para viajar certo espaço ao longo da seção. A distância em tempo era convertida em espaço percorrido, usando a função da velocidade limite da seção e a velocidade desejada de cada veículo na seção. Na versão recente do programa (v7.0) este parâmetro é expresso em metros. Este parâmetro é usado no modelo de *lane-changing*. O valor *default* deste parâmetro varia para o tipo de seção; na seção do tipo arterial é 40 m.

g) Distância da faixa de acesso

Nas versões anteriores, este parâmetro representava a distância, em segundos, a partir das rampas de acesso, em que as faixas laterais são consideradas como faixas de acesso

(aceleração). Na versão recente do programa este parâmetro é expresso em metros. Isto é usado para um modelo de *lane-changing* especial aplicado em rampas. Isto significa um diferente critério para determinar se faixas laterais devem ou não ser consideradas como faixas de aceleração associadas a rampas de acesso (faixas de acesso), que pode ser aplicado em diferentes partes da rede. O usuário pode ter controle local do modelo *lane-changing* em rampas de acesso, fazendo o processo de calibração mais fácil. O programa apresenta como valor *default* para a distância da faixa de acesso o comprimento total da faixa lateral (expressão “*whole ramp*”).

h) Velocidade em *yellow box*

Um veículo que está se aproximando de uma interseção com *yellow box* evitará entrar na área da interseção sempre que o veículo precedente estiver se movimentando com uma velocidade menor que este parâmetro, expresso em km/h. O usuário pode desativar o modelo *yellow box* para uma determinada conversão por meio da definição da velocidade no *yellow box* como sendo igual a zero (0). Este parâmetro é definido para cada conversão. Por *default*, todas as conversões existentes na seção terão a velocidade de *yellow box* definida, mas este parâmetro pode ser mudado para qualquer conversão com o uso do editor de interseções. O programa apresenta um valor *default* de 15 km/h em seções relacionadas a redes urbanas e 20 km/h para seções relacionadas com rodovias (Autoestrada, estrada e anel viário).

i) Distância de visibilidade

Quando um veículo está se aproximando de uma interseção através de uma seção que possui o sinal de “dê a preferência” no seu final, o modelo de aceitação de *gap* é aplicado. Este modelo (aceitação de *gap*) será aplicado a partir do momento que o veículo enxerga o final da seção, ou seja, sempre que a distância entre o veículo e o final da seção é menor que a distância de visibilidade em metros. O programa apresenta um valor *default* que varia desde 30 m (para vias de área urbana), 40 m (em rodovias como estradas e anel viário), e 50 m (em autoestradas).

j) Variação do tempo de reação

Indica a variação do atributo “tempo de reação do veículo” em uma dada seção. É expresso por um valor absoluto inteiro, que aumenta ou diminui o valor do tempo de reação de cada veículo como apresentado na Equação 3.1.

$$RT_{v,s} = RT_v + RTV_s * SimStep \quad (3.1)$$

em que:

$RT_{v,s}$ = é o tempo de reação do veículo v na seção s (seg);

RT_v = é o tempo de reação do veículo v (seg);

RTV_s = é a variação do tempo de reação na seção s (seg);

$SimStep$ = é o intervalo de simulação, em segundos.

Este parâmetro é usado para calibrar situações especiais. O valor *default* do programa é zero.

k) Variação do tempo máximo de cessão de preferência

Indica a variação local (na seção considerada) do tempo máximo de cessão de preferência, como atributo do veículo. É um valor absoluto que incrementa ou decrementa o valor do tempo de cessão de preferência do veículo. Este parâmetro é usado para calibração local em situações de “Dê a preferência”. O programa apresenta um valor *default* de 0 s em qualquer caso.

l) Acostamento direito e esquerdo

Presença de acostamento nos dois lados das seções, no lado esquerdo ou no lado direito ou em ambos. O programa apresenta um valor *default* de “nenhum” tanto no lado direito como no esquerdo.

m) Altitude

Usando esta opção de edição, é possível alterar a altitude do primeiro e último ponto diretamente. Pontos intermédios são calculados usando uma interpolação linear quando é marcada a opção “*calculate intermediates*”. O programa calcula todas as seções com altitude zero.

3.1.2 - Atributos do veículo

O veículo no programa Aimsun é classificado como público para ônibus e taxi, pesado para caminhões e como privado o resto dos veículos, independentemente do tipo de simulação. Na Figura 3-6 apresenta-se esta classificação, que é opcional. Ela é importante quando se tem na rede faixas exclusiva para os veículos que realizam o transporte público. Na versão mais recente do Aimsun apresenta-se também a alternativa de simular faixas exclusivas para os veículos pesados.

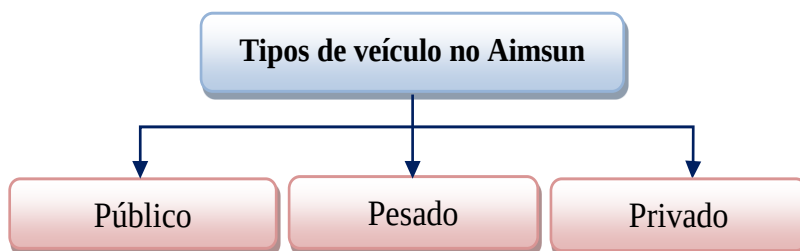


Figura 3-6: Tipos de veículos no Aimsun

O veículo também é classificado de acordo com um dos sete tipos de veículos padrão (motorizados e não motorizados) considerados pelo programa, que são mostrados na Figura 3-7. O pedestre é considerado no sistema como um veículo não motorizado. O programa utiliza recursos de um *software* especial denominado “*Legion*” para representar a movimentação de pedestres nos movimentos de travessia, quando estes interagem com os veículos. Na versão recente do Aimsun, o número de veículos tipo é reduzido a cinco tipos padrão, como apresenta a Figura 3-8.

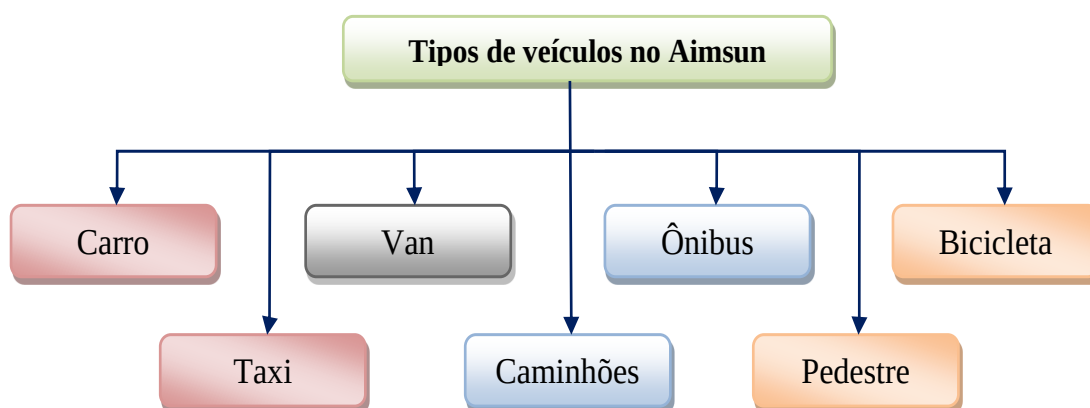


Figura 3-7: Tipos de veículos na versão anterior do Aimsun (v6.1)

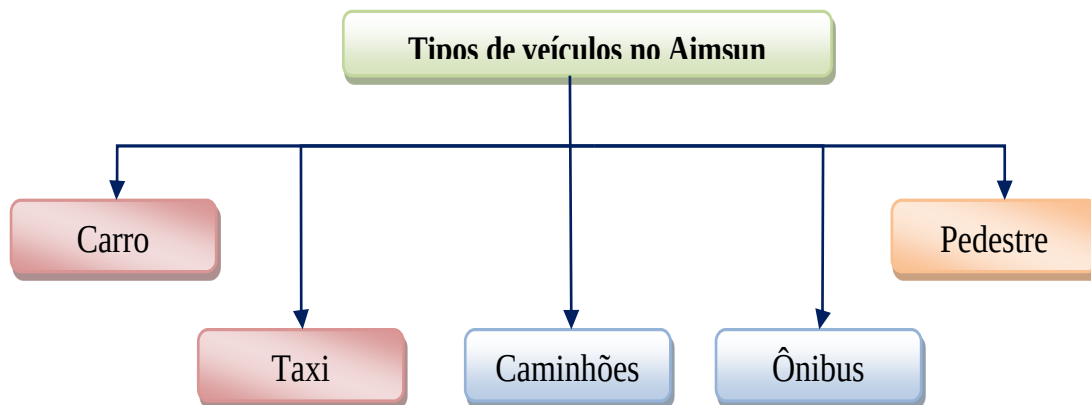


Figura 3-8: Tipos de veículos na versão atual do programa (v7.0)

A definição de tipos de veículos na simulação sempre é requerida. Cada tipo de veículo apresenta características físicas como comprimento, largura, velocidade, aceleração, desaceleração, etc. O programa considera um total de 26 características para cada tipo de veículo, cada uma delas representada por um parâmetro do simulador. Conforme mostra a Tabela 3-2, esses parâmetros são reunidos em três grandes grupos, em função do seu papel no processo de simulação. São eles as características gerais para cada tipo de veículo; características gerais para todos os veículos; e características dos condutores dos veículos.

Tabela 3-2: Parâmetros *default* para os atributos do veículo no Aimsun

tipo de veículo:			CARRO					
Grupos	parâmetros		características	valores default				
				média	desvio padrão	min	max	unidade
Características gerais para cada tipo de veículo	length	Comprimento do veículo	extensão do veículo	4.00	0.50	3.50	4.50	m
	width	Largura	largura do veículo	2.00	0.00	2.00	2.00	m
	Max Desired Speed	Velocidade máxima desejada	velocidade máxima com que um veículo deseja trafegar em qualquer ponto da rede	110	10	80	150	km/h
	Max Acceleration	Aceleração máxima	aceleração máxima que um veículo pode desenvolver em qualquer situação	3.00	0.20	2.60	3.40	m/s ²
	Normal Deceleration	Desaceleração normal	máxima desaceleração sob condições normais	4.00	0.25	3.50	4.50	m/s ²
	Max Deceleration	Desaceleração máxima	desaceleração mais severa possível de ser aplicada pelo veículo	6.00	0.50	5.00	7.00	m/s ²
	Speed Acceptance	Aceitação de velocidade	representada pelo símbolo θ	1.10	0.10	0.90	1.30	adimensional
	Min Distance Veh	Distância mínima entre veículos	menor distância mantida entre veículos	1.00	0.30	0.50	1.50	m
	Give Way Time	Tempo máximo de cessão de preferência	tempo máximo de espera para o veículo em situação de "Dê a Preferência" antes de realizar o movimento desejado	10.00	2.50	5.00	15.00	s
	Guidance Acceptance	Aceitação de ser guiado	representada pelo símbolo λ	100%	0%	100%	100%	%
	Sensitivity Factor	Fator de sensibilidade	fator que influencia a desaceleração do veículo líder	1.00	0.00	1.00	1.00	adimensional
	Minimum Headway	Mínimo headway	o mínimo headway entre o veículo líder e o seguidor	0.00	0.00	0.00	0.00	s
Características gerais para todos os veículos	After overtaking stay on fast lane	Veículos em faixa mais rápida após ultrapassagem	porcentagem de veículos que permanecem na faixa mais rápida após ultrapassagem	0.00			%	
	Undertaking cases	Ultrapassagem pela direita	porcentagem de ultrapassagens realizadas em faixas mais lentas	0.00			%	
	Imprudent Lane Changing cases	Mudança de faixa imprudente	porcentagem de troca de faixa imprudente	0.00			%	
	Sensitivity for Imprudent Lane Changing	Sensibilidade para mudança de faixa imprudente	determina o que é um gap seguro	1.00			adimensional	
	Equiped Vehicles	Veículo equipados	a percentagem de veículos dotados de equipamento que permite sua detecção para fins especiais de controle	0.00			%	
	Cruising tolerance	Tolerância para manter velocidade de cruzeiro	aceleração máxima que um veículo pode adotar para ser considerado como trafegando em velocidade de cruzeiro	0.80			m/s ²	
	PCUs	UCPs	unidade carro de passeio	1.00			adimensional	
	Max Capacity	Capacidade máxima	define o máximo número de pedestres que o veículo (público) pode transportar.	Total número de pessoas				
	length multiplying factor	fator multiplicador de comprimento	valor de capacidade expressa em função do comprimento do veículo.	1.00			adimensional	
	Total number of people	Número total de pessoas	4.00			adimensional		
Características dos condutores dos veículos	Reaction Time	Tempo de reação	o tempo de reação é atribuído como um parâmetro global e constante para cada veículo.	0.75			s	
	Reaction Time at Stop	Tempo de reação do veículo parado	corresponde ao tempo que o veículo parado demora para reagir à aceleração do veículo que está na sua frente. Tem forte influência no processo de descarga das filas.	1.10			s	
	On Time for first vehicle at traffic	Tempo de reação do primeiro veículo da fila no semáforo	corresponde ao tempo de reação do primeiro veículo da fila ao início do tempo de verde do semáforo. Tem forte influência no processo de descarga das filas nas interseções semaforizadas.	1.30			s	
	Probability	Probabilidade (0,1)	define probabilidades discretas de cada tipo de veículo, quando o tempo de reação dos veículos é considerado variável de um veículo para outro. (quando na rede viária se tem dados de varios tempos de reação para cada tipo de veículo).	1.00			adimensional	

3.1.2.1 - Características gerais para cada tipo de veículo

Para os 12 parâmetros, que variam em função do tipo do veículo, é possível definir não só valores médios, mas também valores mínimos, máximos e os desvios padrões. A Tabela 3-2 apresenta os 12 parâmetros registrados como *default* para o veículo do tipo "carro".

Conforme mostra a Tabela 3-2, alguns parâmetros são aplicados a todos os tipos de veículos, e apresentam valores únicos. No caso do parâmetro "Tolerância para manter velocidade de cruzeiro", seu valor difere apenas para os veículos não motorizados (bicicletas e pedestres). Essa diferença ocorre porque as velocidades que estes "veículos" podem manter são menores que as assumidas por um veículo automotor.

O último grupo de parâmetros mostrados na Tabela 3-2 são os diretamente associados às características dos condutores de veículos.

Apresenta-se a seguir detalhes sobre alguns dos parâmetros apresentados na Tabela 3-2, de modo a permitir uma melhor compreensão da importância dos mesmos no processo de simulação.

a) Aceitação de velocidade

Este parâmetro é representado pela letra θ ($\theta \geq 0$), e pode ser interpretado como o grau de aceitação da velocidade limite pelos condutores dos veículos. Por exemplo, valores de $\theta > 1$ indicam que o veículo alcançará uma velocidade máxima que é superior a velocidade limite estabelecida para a seção onde ele se encontra, enquanto valores de $\theta < 1$ indicam que o veículo se deslocará com velocidade menor do que a velocidade limite. Quando $\theta = 1$, o veículo alcançará uma velocidade máxima igual à velocidade limite estabelecida para a seção.

b) Distância mínima entre veículos

É a distância mínima, em metros, que um veículo mantém entre si e o veículo anterior quando para em fila. O comprimento efetivo do veículo é determinado pela soma do seu comprimento com a distância mínima entre veículos. Quando um único tipo de veículo é usado, o inverso da densidade máxima do fluxo observada na seção é igual à média do

comprimento do veículo mais a distância média entre veículos quando estes estão parados em uma fila.

c) Tempo máximo de cessão de preferência

Este parâmetro corresponde ao tempo máximo que o veículo aguarda quando está em uma situação em que deve ceder a preferência de passagem para outros veículos. É o caso, por exemplo, quando o veículo se encontra em uma interseção controlada pelo sinal “PARE” ou em uma faixa de acostamento aguardando para ingressar em uma rodovia. Este parâmetro é aplicável tanto no modelo de aceitação de *gap* (quando o veículo busca cruzar a via) quanto no modelo de *lane-changing* (quando busca ingressar no tráfego de faixa adjacente). Quando um veículo está paralisado por tempo superior ao estabelecido como “Tempo máximo de cessão de preferência” (em segundos), o condutor do veículo se torna mais agressivo e reduz as margens de aceitação de brechas no fluxo conflitante ou de espaço disponível na faixa para onde deseja se transferir, no caso do modelo de *lane-changing*.

d) Aceitação de ser guiado

Este parâmetro (λ) expresso em percentagem representa a probabilidade que cada tipo de veículo apresenta de seguir as orientações fornecidas pela sinalização viária, incluindo as provenientes de painéis de mensagens variáveis (PMV), e por sistemas de orientação específicos dos veículos (GPS). Esta probabilidade é apresentada em percentagem na versão recente do programa e todos os veículos padrão têm como valor *default* 100%

e) Fator de sensibilidade

O modelo *car-following* na versão v6.1, introduz o mínimo *headway* entre o veículo líder e o seguidor como uma nova restrição da componente de desaceleração. Esta restrição é aplicada antes de atualizar a posição e a velocidade do veículo.

A versão v6.1 do modelo considera a desaceleração do veículo líder como uma função do parâmetro “a” definido por tipo de veículo, que é denominado “fator de sensibilidade”.

Quando o valor de “a” é menor que 1, o veículo subestima a desaceleração do veículo líder e, como consequência, o veículo torna-se mais agressivo, diminuindo o valor do *gap* entre este e o seguidor. Quando “a” é maior que 1, o veículo sobreestima

a desaceleração do líder e como consequência torna-se cuidadoso, incrementando o *gap* entre este e o seguidor. O valor *default* para todos os tipos de veículos é 1.

f) Headway mínimo

Este fator é aplicado pelo modelo *car-following*. Ele garante que o veículo seguidor não se aproxime excessivamente do veículo líder, respeitando o valor mínimo de *headway* definido pelo usuário do programa. O valor *default* no programa é 0 para todos os tipos de veículos.

3.1.2.2 - Características gerais para todos os veículos

a) Veículos na faixa mais rápida após ultrapassagem

Este parâmetro define a percentagem de veículos que permanecessem na faixa mais rápida em vez de retornar a uma faixa mais lenta após a manobra de ultrapassagem. O programa apresenta um valor 0% como *default*.

b) Ultrapassagem pela direita

Este parâmetro define a percentagem de veículos que usam a faixa mais lenta (faixa da direita) no lugar da mais rápida (faixa da esquerda) para manobras de ultrapassagem. O programa apresenta um valor 0% como *default*.

c) Mudança de faixa imprudente

Este parâmetro define a percentagem de casos em que o veículo realiza a mudança de faixa aceitando *gaps* não seguros. O programa atribui o valor 0% como *default*.

d) Sensibilidade para mudança de faixa imprudente

Este parâmetro é usado na determinação da desaceleração do veículo “a montante,” a fim de produzir um *gap* necessário para que seja executada uma mudança de faixa imprudente. Se o parâmetro for maior do que 1 a desaceleração do veículo a montante é super-estimada, e, em consequência, o *gap* será um valor não-real. O programa apresenta um valor 1 como *default*. O parâmetro é adimensional.

e) Veículos equipados

Este parâmetro é a percentagem de veículos que são dotados de equipamentos especiais para detecção específica. Os veículos equipados podem ser detectados por detectores especiais que permitem registrar o momento da detecção (horário), o identificador do veículo (que inclui o seu tipo) e, para os veículos de transporte público, o identificador da linha de transporte público que está sendo realizada. O programa apresenta um valor 0% como *default*.

f) Tolerância de aceleração em velocidade de cruzeiro

Valor definido para a aceleração máxima que um veículo pode adotar para ser considerado como trafegando em velocidade de cruzeiro (velocidade constante). Este valor é utilizado na aplicação do modelo de emissão de poluição. O programa apresenta um valor 0,80 m/s² como *default*.

g) UCPs – Unidades de carro de passeio

Representa a equivalência de cada tipo de veículo em termos de carros de passeio. Ou seja, a quantos carros de passeio corresponde a presença de um determinado tipo de veículo na via.

h) Capacidade máxima

Especialmente utilizado em simulações com transporte público, este parâmetro expressa a máxima capacidade do veículo. O programa fornece duas alternativas à escolha do usuário: (i) fator multiplicador de comprimento e (ii) número total de pessoas.

No primeiro caso, o fator multiplicador de comprimento está em relação à capacidade máxima do veículo tipo carro de passeio. No caso de seguir esta opção de trabalho, o programa fornece um valor *default* igual a 1.

Se for habilitada a opção do número total de pessoas, cada tipo de veículo terá um valor característico para sua capacidade máxima em termos de pessoas transportadas. O programa fornece como alternativo *default* a opção fator multiplicador de comprimento.

3.1.2.3 - Características dos condutores dos veículos

a) Tempo de reação

É o tempo que leva um condutor para reagir a mudanças de velocidade no veículo precedente. Isto é usado no modelo de *car-following*. O tempo de reação pode ser fixo ou variável. O programa apresenta um valor *default* de 0,75 s que é padrão para qualquer tipo de veículo.

b) Tempo de reação de veículo parado

É o tempo que um veículo parado leva para acelerar (reagir) e, assim, iniciar seu movimento, ante o avanço do veículo líder ou quando as condições para deixar a fila tornam-se favoráveis. É usado só para veículos parados que iniciam movimento a partir dessa condição. A versão anterior do programa (v6.1) apresentava um valor *default* de 1,35 s, que era padrão para todos os tipos de veículo. Na versão recente (v7.0), este valor é característico do tipo de veículo, e o valor *default* para o veículo carro (*default* do programa) é 1,10 s.

c) Tempo de reação do primeiro veículo da fila no semáforo

É o tempo que o primeiro veículo parado em fila leva para iniciar seu movimento (tempo de reação) quando a luz do semáforo muda para verde. A versão anterior do programa (v6.1) apresentava um valor *default* de 1,35 s, que era padrão para todos os tipos de veículo. Na versão recente do programa (v7.0), este valor é característico de cada tipo de veículo. Para o veículo tipo carro o valor *default* do programa é 1,30 s.

d) Probabilidade

Quando se têm dados que possam definir o tempo de reação como variável, estes valores seguem uma função de probabilidade discreta $p=(x_i)$ entre 0 e 1, e a somatória das probabilidades é 1. Ele só pode ser definido por tipo de veículo. O programa apresenta um único valor total deste parâmetro igual a 1.

3.1.3 - Parâmetros globais da rede (parâmetros do cenário ou experimento)

Este folder do conjunto de dados de entrada do Aimsun é composto por um grupo de parâmetros relacionados aos modelos de comportamento dos veículos, que é válido para toda a rede de trabalho e que não está ligado a nenhum tipo de veículo e seção.

As manobras dos veículos são modeladas em detalhe usando os modelos *car-following*, *lane-changing* e aceitação de *gap*.

Na Tabela 3-3 e Tabela 3-4 são identificados dois grandes grupos de parâmetros, (i) parâmetros ligados ao comportamento geral dos veículos; e (ii) parâmetros referentes aos tempos de reação. São, no total, um conjunto de 20 parâmetros apresentados como *default* no programa na versão v6.1 (Tabela 3-3), e 15 parâmetros na versão v7.0 (Tabela 3-4).

Tabela 3-3: Valores *default* dos parâmetros globais da rede (v6.1)

		parâmetros	características	valores <i>default</i>			unidade
				min	máx	default	
Comportamento	Perseguição (<i>car-following</i>)	Model: Deceleration estimation	este parâmetro é a eleição do usuário, apresenta três alternativas para cálculo do valor da desaceleração, segundo o modelo <i>car-following</i> . A desaceleração do líder, média das desacelerações do seguidor e líder, e fator de sensibilidade.	Fator de sensibilidade			adim
		Consider minimum Headway	este parâmetro não está habilitado, se for marcado o modelo considera o <i>headway</i> mínimo	s/m			adim
		Apply 2 lanes car-following model	alternativa que considera a influência das faixas adjacentes no modelo <i>car-following</i> .	s/m			adim
		número de vehicles	máximo número de veículos a ser considerado na variação do modelo <i>car-following</i> de duas faixas.	4			veí
		Max. Distance	máxima distância entre um número de veículos tomados em conta à frente e o seguidor.	100			m
		Max. Speed Difference	a diferença entre a velocidade do veículo seguidor e os veículos da faixa adjacente.	50			km/h
		Max. Speed Difference on-ramp	a diferença entre velocidades do veículo seguidor e os veículos da faixa de aceleração (<i>on-ramp</i>) adjacente.	70			km/h
		Speed Difference Setting	Definição diferença de velocidade	o tipo de <i>car-following</i> utilizado: entre absoluto e relativo			absoluto
	Mudança de faixas (<i>lane-changing</i>)	Percent Overtake	representa a percentagem do veículo que decide ultrapassar	90			%
		Percent Recorver	representa a percentagem do veículo que decide voltar na faixa inicial	95			%
		On-ramp model	representa o comportamento de um veículo que troca de faixa ao fluxo principal desde um acesso.	Modo cooperativo procurando por brechas a montante			adim
		Distance Zone Model	veículos das Zonas 2 e 3 avaliam as condições de tráfego para elencar sua faixa alvo para conversão.	Distribuição da velocidade desejada			adim
Vel. de fila	Queuing up Speed	Velocidade para considerar formação de fila	velocidade dos veículos menor que o limite	1			m/s
	Queuing leaving Speed	Velocidade para considerar deixando fila	velocidade dos veículos que incrementa no valor limite, quando deixam a fila e não são parados	4			m/s
	Antecipação	Máximo number of turnings	o número máximo de conversões que os veículos consideram quando decidem deixar a faixa para adiantar	2	20	2	adim
Tempos aplicáveis na simulação	1*	Simulation Step	Intervalo de simulação	0.10	1.00	0.75	s
	Tempo de reação	Reaction time	é o tempo que toma um conductor para reagir às mudanças de velocidades do veículo precedente, no cenário. Pode ser considerado fixo ou variável.	Fixo			
		Reaction Time at Stop	Tempo de reação do veículo parado	1.35			s
		Reaction Time at Traffic Light	Tempo de reação do primeiro veículo da fila no semáforo	1.35			s
		Probability (0-1)	quando os tempos de reação variam no cenário para cada tipo de veículo, estes seguem uma distribuição de probabilidade sendo a somatória igual a 1.	1			

1* Parâmetro de tempo relacionado com o intervalo de atualização do sistema

Tabela 3-4: Valores *default* dos parâmetros globais da rede (v7.0)

		parâmetros	características	valores <i>default</i>	unidade
Comportamento	<i>car-following</i>	Apply two-lanes car-following model	Aplicar modelo de perseguição (<i>car-following</i>) de 2 faixas	alternativa que considera a influência das faixas adjacentes no modelo <i>car-following</i> .	s/m
		número de veículos	Número de veículos	máximo número de veículos a ser considerado na variação do modelo <i>car-following</i> de duas faixas.	4
		Max. Distance	Distância máxima	máxima distância entre um número de veículos tomados em conta à frente e o seguidor.	100
		Max. Speed Difference	Máxima diferença de velocidade	a diferença entre a velocidade do veículo seguidor e os veículos da faixa adjacente.	50
		Max. Speed Difference on-ramp	Diferença de velocidade máxima em faixa de aceleração (<i>on-ramp</i>)	a diferença entre velocidades do veículo seguidor e os veículos da faixa de aceleração (<i>on-ramp</i>) adjacente.	70
	<i>lane-changing</i>	Percent Overtake	Porcentagem de ultrapassagem	representa a percentagem do veículo que decide ultrapassar	90
		Percent Recorver	Porcentagem de retomada	representa a percentagem do veículo que decide voltar na faixa inicial	95
		Distance Zone Variability	Variabilidade zona de distância	é a variabilidade da distância de zona em percentagem do total.	40
	Vel. de fila	Queuing up Speed	Velocidade para considerar formação de fila	velocidade dos veículos menor que o limite	1
		Queuing leaving Speed	Velocidade para considerar deixando fila	velocidade dos veículos que incrementa no valor limite, quando deixam a fila e não são parados	4
Tempos aplicáveis na simulação	1*	Simulation Step	Intervalo de simulação	é intervalo de tempo para atualizar o sistema, também chamado o ciclo. Varia entre 0.1 e 1.0 segundos.	0.75
	Tempo de reação	Reaction time	Tempo de reação	é o tempo que toma um condutor para reagir às mudanças de velocidades do veículo precedente, no cenário. Pode ser considerado fixo ou variável.	Fixo
		Reaction Time at Stop	Tempo de reação do veículo parado	é o tempo que toma um veículo parado em presença de outros na frente para iniciar o deslocamento.	1.35
		Reaction Time at Traffic Light	Tempo de reação do primeiro veículo da fila no semáforo.	é o tempo que toma um veículo parado para acelerar frente do semáforo.	1.35
		Probability (0-1)	Probabilidade (0,1)	quando os tempos de reação variam no cenário para cada tipo de veículo, estes seguem uma distribuição de probabilidade sendo a somatória igual a 1.	1

1* Parâmetro de tempo relacionado com o intervalo de atualização do sistema

3.1.3.1 - Comportamento geral dos veículos

No grupo “comportamento”, são apresentados quatro subgrupos (segundo a versão v6.1 do programa). O primeiro subgrupo identifica os parâmetros do modelo *car-following*; o segundo os parâmetros do modelo *lane-changing*; o terceiro subgrupo está formado pelos parâmetros ligados à formação e dissipação de filas; e o quarto subgrupo inclui o parâmetro que indica a forma pela qual um veículo antecipa a mudança de faixa quando vai realizar o movimento de conversão, em termos do número mínimo de conversões existentes antes daquela que ele pretende realizar.

a) Parâmetros do modelo *car-following*

a.1) Estimação da desaceleração (versão v6.1 – v7.0)

A desaceleração do veículo líder é um dos parâmetros importantes no modelo de *car-following*, para a estimativa da velocidade do veículo seguidor num determinado instante. Esta desaceleração é estimada pelo programa levando em conta a desaceleração desejada

do veículo líder e a do próprio veículo seguidor. Este parâmetro considera a estimação da desaceleração do veículo líder a partir de três alternativas diferentes, e está presente nas três versões recentes do Aimsun. A versão v4.1 considera a desaceleração do líder no processo de *car-following* como igual a desaceleração desejada do veículo líder; a versão v4.2 considera esta desaceleração do líder como a média entre as desacelerações desejadas do seguidor e do líder; e nas versões v6.1 e v7.0 é considerada a desaceleração do líder como uma função de um novo parâmetro “a”, definido pelo tipo de veículo, denominado “fator de sensibilidade”, aplicada sobre o valor da desaceleração desejada do veículo líder.

a.2) *Headway* mínimo (v6.1)

Este parâmetro é considerado no modelo *car-following*, e não está automaticamente habilitado na v6.1; no caso de ser habilitado considerará valores mínimos de *headway* entre o líder e o seguidor. Na versão v7.0 do programa o usuário não define este parâmetro.

a.3) Aplicar o modelo de perseguição (*car-following*) de 2 faixas (v6.1 – v7.0)

O propósito desta variante é considerar a influência de faixas adjacentes no modelo *car-following*, como se observa na Tabela 3-4. Esta opção não está habilitada como *default* no programa. No caso de ser selecionada, são habilitados quatro valores que intervêm no processo desta variante do modelo *car-following*, são eles (i) o número de veículos na faixa adjacente, cujas velocidades afetarão a velocidade do veículo seguidor na faixa considerada; (ii) a distância máxima dos veículos da faixa adjacente ao veículo seguidor da faixa considerada; (iii) a máxima diferença entre a velocidade da faixa considerada e a da faixa adjacente; e (iv) a máxima diferença entre a faixa considerada e a da faixa de aceleração junto a rampas de acesso. Na versão v7.0, no caso de se contar com faixas exclusivas, este modelo fica inabilitado.

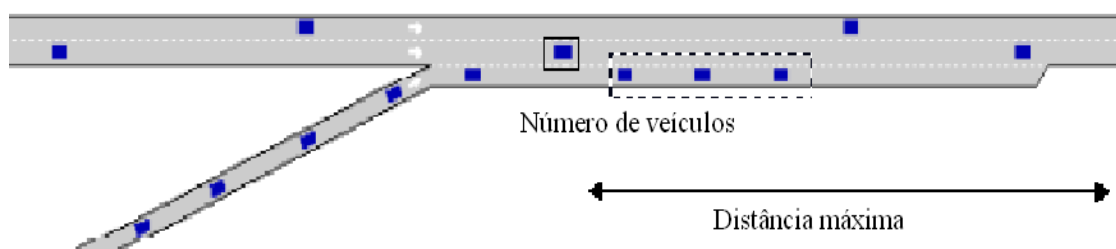


Figura 3-9: Parâmetros do modelo *car-following* em duas faixas

a.4) Número de veículos

É o máximo número de veículo dirigindo na faixa adjacente, a frente do veículo seguidor. A Figura 3-9 mostra o gráfico representativo do número de veículos no modelo *car-following* em 2 faixas. Neste exemplo, os veículos no retângulo de linhas tracejadas são os veículos da faixa adjacente, e o veículo seguidor considerado é o que está contido no retângulo de linhas cheias. O programa define como valor *default* para este parâmetro 4 veículos.

a.5) Distância máxima

Só veículos localizados na faixa adjacente a uma certa distância (distância máxima) medida a partir da posição do veículo seguidor, são tomados em conta para efeito da determinação do impacto da velocidade dos veículos da faixa adjacente sobre a velocidade máxima desejada do veículo seguidor considerado (Figura 3-9). O programa define como valor *default* 100 metros.

Com estes dois parâmetros se apresentam duas circunstâncias, (i) quando a faixa adjacente é uma faixa de aceleração ligada a rampa de acesso (*on-ramp lane*), e (ii) quando a faixa adjacente é qualquer outro tipo de faixa. Para cada caso se define os dois parâmetros adicionais apresentados em (a.6) e (a.7).

a.6) Máxima diferença de velocidades

É a máxima diferença entre a velocidade dos veículos da faixa considerada e da faixa adjacente, expressa em km/h. O programa define como valor *default* 50 km/h.

a.7) Máxima diferença de velocidades considerando faixa de aceleração

É a máxima diferença entre a velocidade dos veículos da faixa considerada e da faixa adjacente quando esta última é uma faixa de aceleração em rampa de acesso (*on-ramp lane*); é expresso em km/h. O programa define como valor *default* 70 km/h.

a.8) Definição de diferença de velocidade (v6.1)

Habilita duas alternativas de comportamento do modelo *car-following* em 2 faixas, (i) o absoluto e (ii) o relativo. No comportamento absoluto, o veículo da faixa considerada

ajusta sua velocidade máxima desejada em função da velocidade dos veículos da faixa adjacente. Já no comportamento relativo, o veículo ajusta sua velocidade de modo a antecipar um movimento de invasão de sua faixa por um veículo mais lento oriundo da faixa adjacente.

b) Parâmetros relacionados ao modelo *lane-changing*.

b.1) Percentagem de ultrapassagem (v6.1) – (v7.0)

É a percentagem de veículos com velocidade desejada maior que a velocidade do líder, e que irão ultrapassá-lo. O programa define um valor *default* de 0.90 (90%).

b.2) Percentagem de retomada (v6.1) – (v7.0)

É a percentagem de veículos com velocidade desejada menor que a velocidade do líder e que irá retornar para a faixa mais lenta. Isto sempre que o veículo líder tenha uma velocidade maior que os veículos seguidores que tentaram ultrapassá-lo e estão na faixa mais rápida. O programa define um valor *default* de 0.95 (95%).

b.3) Modelo de faixa de aceleração (*on-ramp model*) (v6.1)

O modelo *on-ramp* é um modelo especial derivado do modelo de *lane-changing*. É aplicado para veículos que dirigem nas faixas de aceleração de rampas de acesso (*on-ramp lanes*). Baseia-se no parâmetro “distância percorrida na faixa de acesso”, que não é explicitamente definido pelo usuário. Ele é calculado pelo programa em função da versão selecionada pelo usuário para o modelo *lane-changing*, na versão v6.1 dentre três alternativas disponíveis, (i) priorizar o fluxo principal; (ii) modo cooperativo; e (iii) modo cooperativo procurando por brechas à montante. No programa a opção *default* apresentada é o “modo cooperativo procurando por brechas a montante”. Na versão v7.0 este modelo está relacionado diretamente com a mudança de faixa onde a distância de acesso à rampa está definido nos parâmetros da seção, é estendido o modo a aplicar a solicitação de cooperação.

O propósito do parâmetro “Distância percorrida na faixa de acesso” é distinguir entre faixas laterais usadas como faixas de aceleração junto a rampas de acesso (*on-ramp*) e as longas faixas laterais que são usadas como faixas lentas ou faixas de ultrapassagem. Nessas últimas faixas, o comportamento será similar ao observado na Zona 1, enquanto que nas

faixas de aceleração junto a rampas, o comportamento é similar ao da Zona 3 do *lane-changing* (ver Figura 3-5).

b.4) Modelo da Zona de distância (v6.1)

Este parâmetro identifica o procedimento de cálculo da distância para a Zona 1 e da distância para a Zona 2 a ser atribuída a cada veículo. Na versão v6.1 são apresentadas duas alternativas de cálculo. Uma delas, denominada distribuição de velocidade desejada, faz o ajuste da distância informada pelo usuário (em metros) em função da relação entre a velocidade limite da seção e a velocidade máxima desejada pelo veículo. Na alternativa referida como distribuição uniforme, a distância (em metros) é calculada pelo produto da distância informada pelo usuário (em segundos) com a velocidade limite da seção. Na versão v7.0 a alternativa da distribuição de velocidade desejada não está disponível.

Quando se elege a distribuição de velocidade desejada, os veículos mais velozes (com respeito à velocidade limite) têm distâncias de zonas mais curtas do que veículos lentos. Este procedimento indica que nem todos os veículos consideram exatamente o mesmo comprimento de zona.

Quando se elege a distribuição uniforme, o valor das distâncias das zonas, atribuído a cada veículo, é definido a partir de um intervalo de variação do valor calculado, construído com base num valor de percentagem de variação definido pelo usuário. Por exemplo, se a distância de zona é 100 m e a variação 10%, então o valor da zona variará na faixa de 95 a 105 m.

b.5) Variabilidade da zona de distância (v6.1 - v7.0)

É o valor, expresso em percentagem, que permite o cálculo do intervalo de variação da zona de distância, na utilização da alternativa da distribuição uniforme, conforme referido na alínea (b.4). Na versão recente do programa (v7.0), só está habilitada esta alternativa. O valor *default* deste parâmetro é 40%.

c) Parâmetros relacionado ao comportamento dos veículos em fila

c.1) Velocidade para considerar a formação de fila (v6.1) – (v7.0)

Os veículos cujas velocidades são reduzidas para valores inferiores a um limite mínimo estabelecido (em m/s) são considerados como parados e, conseqüentemente, formarão filas. Este parâmetro afeta a coleta de dados estatísticos para paradas e filas. O programa apresenta um valor *default* de 1 m/s.

c.2) Velocidade para considerar a dissipação de uma fila (v6.1) – (v7.0)

Os veículos que estão inicialmente parados na fila, e para os quais a velocidade aumenta e assume valores acima de um valor mínimo estabelecido (em m/s), são considerados em condição de movimento e, portanto, deixando a fila. Este parâmetro afeta a coleta de dados estatísticos em paradas e filas. O programa apresenta um valor *default* de 4 m/s.

d) Parâmetro referente à antecipação de manobra de conversão (*look-ahead*)

Este parâmetro é o “Número máximo de conversões”, disponível nas versões v6.1 e v7.0 do Aimsun. Consiste no número máximo de conversões permitidas a frente, antes do local da conversão desejada, que o veículo considera como referência para tomar a decisão de mudar de faixa para realizar seu movimento de conversão. O programa apresenta um valor *default* de 2 conversões (valor que o programa define como valor mínimo). Este parâmetro é crítico para evitar que o veículo tente fazer a mudança de faixa muito próximo do local da conversão desejada e não consiga brecha suficiente para realizar esta mudança.

3.1.3.2 - Parâmetros referentes a tempo

a) Intervalo de simulação (v6.1) – (v7.0)

É o intervalo de tempo em que ocorre a atualização do sistema durante a simulação, também denominado de ciclo. Em cada intervalo de simulação o estado de todos os elementos do sistema, tais como condições dos veículos (posição, velocidade, etc.) e indicações dos semáforos, são atualizados. O intervalo de simulação varia entre 0,1 e 1,0 segundos. O programa apresenta um valor *default* de 0,75 segundos.

b) Tempos de reação

b.1) Tempo de reação (v6.1) – (v7.0)

Este parâmetro, cujo conceito foi mencionado na seção 3.2.2 (Atributos do veículo), subseção 3.2.2.3 (características dos condutores dos veículos), é aplicado agora na rede simulada. No caso de ser fixo, este valor será único para todos os veículos que formam parte do cenário simulado. No caso de ser variável para todos os tipos de veículo do cenário, o usuário pode definir a função de probabilidade discreta para cada tipo de veículo, e a soma das probabilidades deverá ser 1,0. O programa considera o tempo de reação fixo como parâmetro *default*.

b.2) Tempo de reação do veículo parado (v6.1) – (v7.0)

Este parâmetro, cujo conceito foi mencionado na seção 3.2.2 (Atributos do veículo), subseção 3.2.2.3 (características dos condutores dos veículos), é aplicado agora na rede simulada. É usado para os veículos na rede. O programa apresenta um valor *default* de 1,35 segundos para o caso em que o tempo de reação é fixo. Quando o tempo de reação é variável este valor estará sujeito às características de cada tipo de veículo da rede.

O tempo de reação tem uma influência forte no comportamento de descarga de filas e, portanto, dá ao usuário mais controle sobre a modelagem das filas.

b.3) Tempo de reação do primeiro veículo da fila no semáforo (v6.1) – (v7.0)

Este parâmetro, cujo conceito foi mencionado na seção 3.2.2 (Atributos do veículo), subseção 3.2.2.3 (características dos condutores dos veículos), é aplicado agora na rede simulada. O programa apresenta um valor *default* de 1,35 segundos no caso do tempo de reação ser considerado fixo. Se for considerado variável, este valor é o valor atribuído para cada tipo de veículo que utiliza a rede.

b.4) Probabilidade (v6.1) – (v7.0)

Este parâmetro, cujo conceito foi mencionado na seção 3.2.2 (Atributos do veículo), subseção 3.2.2.3 (características dos condutores dos veículos), é aplicado agora para a rede simulada.

3.2 - PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE OS PARÂMETROS PRESENTES NAS DUAS VERSÕES ESTUDADAS

O programa atualmente está configurado para a versão v7.0, mas dentro das configurações ele pode ser adaptado para a versão v6.1. A simulação pode ser feita de acordo com a versão v6.1 ou à versão v7.0 do Aimsun, sendo que esta última versão apresenta várias atualizações do programa. Assim, por exemplo, as unidades das distâncias de zona mostradas na Figura 3-5 agora são expressas em metros e, em consequência, alguns parâmetros da versão anterior são rejeitados e novos parâmetros são tomados em conta.

As mudanças entre a versão v7.0 e v6.1 foram principalmente nos parâmetros globais da rede (parâmetros do experimento). No caso dos parâmetros do veículo e da seção foram feitos somente ajustes de valores. Uma característica incluída na versão v7.0 é o melhoramento dos modelos *car-following*, e *lane-changing*. O modelo *car-following* dessa versão aprofunda o conceito de influência das velocidades dos veículos das faixas adjacentes na velocidade do veículo seguidor, presente no modelo *car-following* em duas faixas. Esta lógica inabilita três parâmetros no processo de simulação, o “Modelo para estimação da desaceleração do veículo líder”, o “*Headway* mínimo” e a “Definição de diferença de velocidade”.

O modelo *lane-changing* é melhorado com a apresentação dos parâmetros das distâncias em metros, e com uma alteração da lógica de cooperação que inabilitou dois parâmetros: “Modelo de faixa de aceleração (*on-ramp*)”, e “Modelo da zona de distância”. Na versão v7.0 o parâmetro “Variabilidade zona de distância” é sempre apresentado, porque é assumida uma distribuição de velocidade uniforme. Este último parâmetro aPAREce na versão 6.1 somente no caso da escolha da alternativa “distribuição uniforme” para o parâmetro “Modelo de faixa de aceleração”.

Na Tabela 3-6, observa-se as diferenças, em termos de presença, dos parâmetros globais da rede (parâmetros do cenário ou experimento) nas versões v6.1 e v7.0. Na Tabela 3-5 são mostradas algumas das diferenças de valores para parâmetros locais da seção e do tipo de veículo.

Tabela 3-5: Exemplos de diferenças de valores em parâmetros locais da seção e atributos do veículo *default*

v6.1						v7.0				
PARÂMETROS DA SEÇÃO										
tipo de seção:		arterial	Rotatória	Estrada urbana	unid		arterial	Rotatória	Estrada urbana	unid
	parâmetros	valores default					valores default			
Parâmetros característicos da via	Capacidade	900.0	600.0	800.0	UVPs		900.0	500.0	1000.0	UVPs
	Largura da faixa	3.00	3.00	3.00	m		3.00	3.20	3.00	m
Parâmetros Modelo Microscópico	Distância zona 1	20.00	30.00	20.00	s		300.00	200.00	350.00	m
	Distância zona 2	3.00	3.00	3.00	s		40.00	30.00	50.00	m
	Distância faixa de aceleração (on ramp)	5.00	5.00	5.00	s		whole ramp	whole ramp	whole ramp	m
	Velocidade no <i>yellow box</i>	10.00	10.00	10.00	km/h		15.00	15.00	15.00	km/h
	Distância de visibilidade	25.00	25.00	25.00	m		30.00	30.00	30.00	m
	Variação tempo de reação	0.00	0.00	0.00		on	on	on		
PARÂMETROS DO VEÍCULO										
v6.1						v7.0				
tipo de veículo:		CARRO								
parâmetros		valores default				valores default				
		média	desvio padrão	min	max	média	desvio padrão	min	max	unid
Características gerais por veículo	Comprimento do veículo	4.00	0.50	3.40	4.60	4.00	0.50	3.50	4.50	m
	Aceitação de ser guiado	75.00	10.00	65.00	90.00	100%	0%	100%	100%	%
Tempos de reação	Tempo de Reação em PARE	1.35				1.10				s
	Tempo de Reação para o primeiro veículo no semáforo	1.35				1.30				s

Em função das melhoras promovidas nas lógicas dos modelos *car-following* e *lane-changing* na versão v7.0, e sua coerência com a realidade, é que foi decidido utilizar esta versão no presente trabalho.

Tabela 3-6: Comparação dos parâmetros globais da rede das versões v6.1 e v7.0

parâmetros		v6.1	v7.0
Perseguição (<i>car-following</i>)	Modelo para estimação da desaceleração:	x	-
	Considerar <i>headway</i> mínimo	x	-
	Aplicar modelo de perseguição (<i>car-following</i>) de 2 faixas	x	x
	Número de veículos	x	x
	Distância máxima	x	x
	Máxima diferença de velocidade	x	x
	Diferença de velocidade máxima em faixa de aceleração (<i>on-ramp</i>)	x	x
	Definição diferença de velocidade	x	-
Mudança de faixas	Porcentagem de ultrapassagem	x	x
	Porcentagem de retomada	x	x
	Modelo de faixa de aceleração (<i>on-ramp</i>)	x	-
	Modelo da Zona de distância	x	-
	Variabilidade Zona de distância	x	x
Vel. de fila	Velocidade para considerar formação de fila	x	x
	Velocidade para considerar deixando fila	x	x
Antecipação	Número máximo de conversões	x	-
1*	Intervalo de simulação	x	x
Tempo de reação	Tempo de reação	x	x
	Tempo de reação do veículo parado	x	x
	Tempo de reação do primeiro veículo da fila no semáforo	x	x
	Probabilidade (0 - 1)	x	x

1* Parâmetro de tempo relacionado com o intervalo de atualização do sistema

3.3 - PARÂMETROS QUE PODEM SER CALIBRADOS

Com base na lista de parâmetros apresentados nas Tabelas 3-1, 3-2 e 3-4, verifica-se que na versão v7.0 do Aimsun (que será utilizada na presente pesquisa) existem um total de 60 parâmetros que podem ser calibrados pelo usuário do programa. Destes, 19 são parâmetros da seção, 26 do veículo e 15 são parâmetros da rede, dos quais alguns derivam de parâmetros definidos para os veículos, como é o caso dos tempos de reação.

A partir do estudo conceitual de cada um dos parâmetros do programa foram selecionados inicialmente um total de 37 parâmetros como sendo potencialmente importantes para o propósito da presente pesquisa. Destes, oito são parâmetros da seção analisados como especialmente atuantes em relação aos modelos estudados (*car-following* e *lane-changing*). Do grupo dos parâmetros ligados aos veículos, selecionou-se 10 correspondentes ao tipo de veículo, cinco que são comuns para todos os tipos de veículos e três referentes aos tempos de reação por tipo de veículo (mas com os valores para todos os veículos). Finalmente, com relação aos parâmetros globais da rede (relativos ao experimento), foram selecionados cinco parâmetros relacionados com o modelo *car-following*, três parâmetros do modelo *lane-changing* e três parâmetros referentes aos tempos de reação, quando se assume os comportamentos iguais para os condutores de todos os tipos de veículos.

Na Tabela 3-7 estão resumidos os 37 parâmetros considerados no estudo teórico com maior influência no processo de simulação.

Tabela 3-7: Parâmetros selecionados do Simulador

seções		veículo		experimento		
Parâmetros Modelo Microscópico	1	Máxima variabilidade do tempo de "Dê a preferência"	9	Velocidade máxima desejada		
	2	Distância Zona 1	10	Aceleração máxima	27	Aplicar modelo <i>car following</i> 2 faixas
	3	Distância Zona 2	11	Desaceleração normal	28	Número de veículos
	4	Distância faixa de aceleração (<i>on ramp</i>)	12	Desaceleração máxima	a 29	Distância máxima
	5	Velocidade no <i>yellow box</i>	13	Aceitação de velocidade	30	Máxima diferença de velocidade
	6	Distância de visibilidade	14	Distância mínima entre veículos	31	Máxima diferença de velocidade em faixa de aceleração (<i>on ramp</i>)
	7	Variação tempo de reação	15	Tempo máximo de cessão de preferência		
	8	Cooperação em faixas	16	Aceitação de ser guiado	b 32	Porcetagem de ultrapassagem
características gerais para cada tipo de veículo			17	Fator de sensibilidade	33	Porcentagem de retomada
			18	Mínimo <i>headway</i>	34	Variabilidade zona de distância
			Características gerais para todos os veículos			
Referências			19	Veículos em faixa mais rápida após ultrapassagem	35	Tempo de reação
			20	Ultrapasagem pela direita	c 36	Tempo de Reação do veículo parado
			21	Mudança de faixa imprudente	37	Tempo de reação do primeiro veículo da fila no semáforo
			22	Sensibilidade para mudança de faixa imprudente		
			23	Tolerância para manter velocidade de cruzeiro		
a	Perseguição (<i>car-following</i>)		d	24	Tempo de reação	
b	Mudança de faixas (<i>lane-changing</i>)			25	Tempo de Reação do veículo parado	
c	Tempo de reação no cenário			26	Tempo de reação do primeiro veiculo da fila no semáforo	
d	Tempo de reação (componente de cada veículo)					

Na sequência do estudo conceitual, os parâmetros inicialmente selecionados foram analisados em conjunto com o resultado da revisão dos trabalhos de calibração apresentada no Capítulo 2, que permitiu identificar um conjunto de parâmetros por tipo de simulador (ver Tabela 2.2). Um dos trabalhos revisados, referente a um estudo de calibração do simulador Aimsun, identifica oito parâmetros importantes: a Máxima diferença de velocidade, a Máxima diferença de velocidade em faixa de aceleração (*on-ramp*), a Aceleração máxima, a Máxima velocidade desejada, a Porcentagem de retomada, a Porcentagem de ultrapassagem, a Aceleração normal, e o Tempo de reação. O autor deste estudo define também como parâmetros influentes as velocidades das seções da geometria, e sendo fixos esses valores deve ter-se em conta no momento de elaborar o cenário da simulação (Hourdakakis, 2003).

A partir dessa análise conjunta dos parâmetros identificados no estudo teórico realizado e nos trabalhos revisados no Capítulo 2, foi então identificado o conjunto de parâmetros da versão v7.0 do Aimsun que serão considerados no presente trabalho. Este conjunto é formado por 24 parâmetros, que são apresentados na Tabela 3-8. A análise realizada aponta que estes parâmetros devem ser investigados em profundidade de modo a permitir a identificação de quais deles afetam de modo destacado o processo de calibração do programa, tanto em nível geral quanto em condições específicas do cenário a ser simulado.

Tabela 3-8: Parâmetros identificados como influentes no processo de simulação

seções		veículo		experimento			
Parâmetros Modelo Microscópico	1	Máxima variabilidade do tempo de "Dê a preferência"	7	Velocidade máxima desejada	a	18	Número de veículos
	2	Distância Zona 1	8	Aceleração máxima		19	Máxima diferença de velocidade
	3	Distância Zona 2	9	Desaceleração normal		20	Máxima diferença de velocidade em faixa de aceleração (on ramp)
	4	Distância faixa de aceleração (on ramp)	10	Desaceleração máxima	b	21	Porcetagem de ultrapassagem
	5	Distância de visibilidade	11	Distância mínima entre veículos		22	Porcentagem de retomada
	6	Variação tempo de reação	12	Tempo máximo de cessão de preferência		c	23
Características gerais para cada tipo de veículo	13	Fator de sensibilidade	Características gerais para todos os	15	Ultrapasagem pela direita		
	14	Mínimo headway		16	Mudança de faixa imprudente		
	24	Tempo de reação		17	Sensibilidade para mudança de faixa imprudente		

Legenda:

a Perseguição (car-following)

b Mudança de faixas (lane-changing)

c Tempo de reação no cenário

3.4 - TÓPICOS CONCLUSIVOS DO CAPÍTULO

- a) O programa Aimsun apresenta duas versões (v6.1 e v7.0) para simulação de diferentes situações de tráfego. Neste capítulo foi feita uma análise das duas versões e verificado que a versão v7.0, com relação a versão v6.1, representa melhor os comportamentos *car-following* (considera a influencia das velocidades dos veículos das faixas adjacentes sobre o cálculo da Velocidade desejada do veículo seguidor), *lane-changing* (considera as unidades das distâncias às zonas em metros) e Aceitação de *gap* (considera o comportamento dos veículos como cooperativo quando o veículo entra no fluxo principal). Por essa razão a v7.0 foi selecionada para a realização do presente trabalho.
- b) O Aimsun apresenta parâmetros *default* correspondente à seção, ao veículo e à rede (ligados a cada experimento). São 65 parâmetros na versão v6.1 e 60 na versão v7.0. Esses parâmetros foram estudados em detalhe para compreender a sua função no processo de simulação e dessa primeira avaliação conceitual selecionou-se 37 parâmetros como diretamente relacionados com os modelos *car-following*, *lane-changing* e aceitação de *gap*.
- c) Com base na análise de parâmetros de calibração adotados em diferentes estudos que tratam da calibração de microssimuladores de tráfego, apresentados na Tabela 2.2 do Capítulo 2 foi feita uma segunda análise comparativa com os parâmetros selecionados do programa. A partir dessa análise final foram identificados 24 parâmetros como influentes no processo de calibração. Estes parâmetros estarão submetidos a uma análise estatística para sua seleção e classificação final.

4 - PROCEDIMENTO PROPOSTO

A partir da revisão bibliográfica de trabalhos que tratam da calibração de microsimuladores e do estudo específico do microsimulador Aimsun apresentados nos capítulos anteriores, é proposto o presente procedimento para a identificação de parâmetros com destacada influência em um processo de simulação microscópica de tráfego. Este procedimento visa auxiliar na identificação de um conjunto de parâmetros importantes em diferentes processos de simulação microscópica, e outros conjuntos complementares relacionados aos tipos de cenários comuns em áreas urbanas. Ou seja, o procedimento proposto visa contribuir com o processo de calibração dos microsimuladores para representar as condições de operação do tráfego em diferentes cenários. Na Figura 4-1, apresenta-se o fluxograma com as etapas do procedimento proposto.

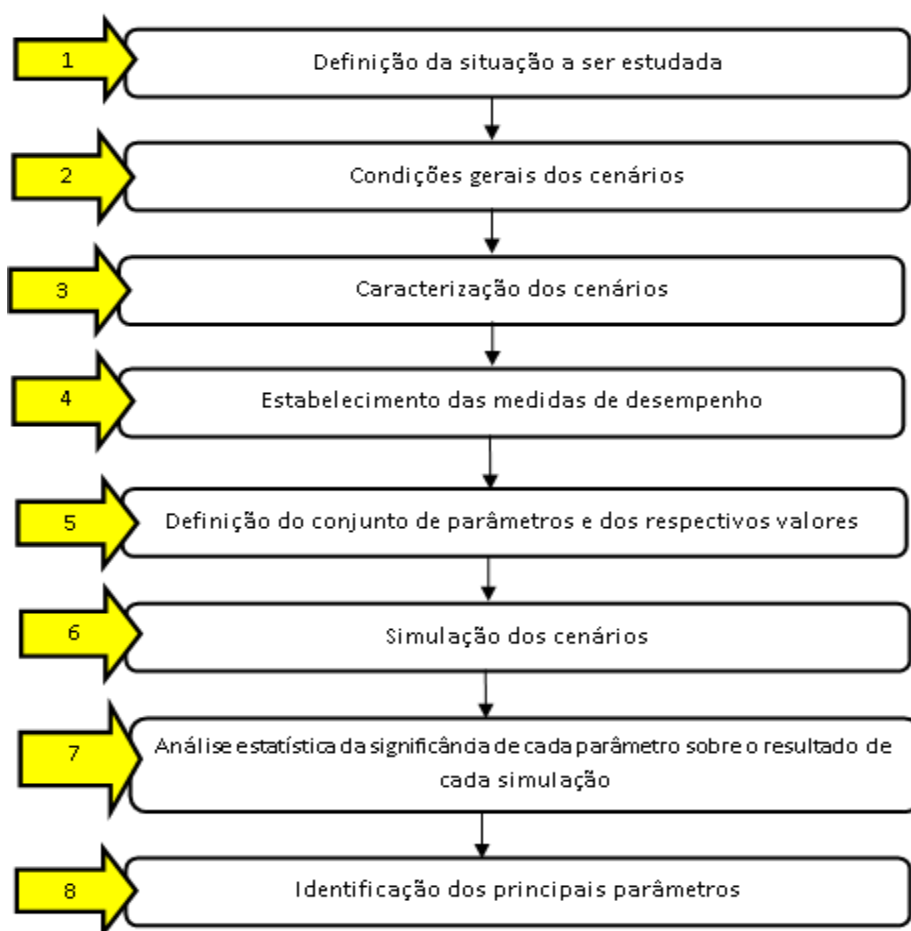


Figura 4-1: Fluxograma do procedimento para identificação dos parâmetros com destacada influência no processo de simulação microscópica de tráfego

O procedimento proposto consiste, portanto, de oito etapas básicas, e seu objetivo final é a identificação de dois grupos de parâmetros relevantes para o processo de calibração de microsimuladores de tráfego. O primeiro é formado por parâmetros comuns a todo tipo de cenário e o segundo por parâmetros específicos para cenários com características distintas. Nas seções a seguir é apresentado o detalhamento de cada etapa do procedimento proposto.

4.1 - ETAPA 01: DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO A SER ESTUDADA

A primeira etapa do procedimento consiste em identificar o propósito da simulação microscópica, como por exemplo, a avaliação de um projeto de semaforização; o estudo do impacto de um projeto de canalização do tráfego veicular; a análise de risco de acidentes; etc. Nesta etapa também são identificadas as características gerais dos cenários a serem simulados, tais como o tipo da facilidade a ser simulada e as características gerais da zona onde ela se localiza. Este passo é considerado importante porque o conhecimento da abrangência do problema a ser tratado com o recurso da microsimulação da operação do tráfego é que torna possível saber se o tipo de *software* a ser utilizado cobre as necessidades de representação da situação a ser estudada. Na Figura 4-2 apresenta-se a explicação da Etapa 01 mostrada no fluxograma do procedimento proposto.

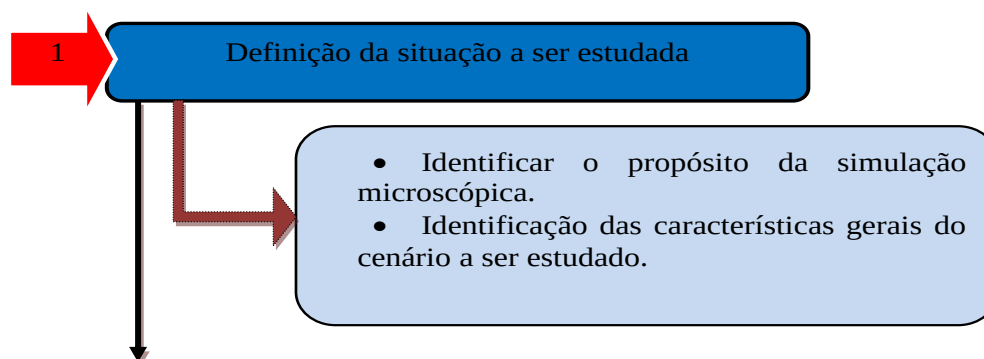


Figura 4-2: Etapa 01 do fluxograma do procedimento para identificação de parâmetros influentes em um processo de simulação microscópica

4.2 - ETAPA 02: CONDIÇÕES GERAIS DOS CENÁRIOS

Esta etapa consiste na definição das características principais dos cenários a serem simulados, tanto em termos dos seus elementos constituintes quanto da organização espacial dos mesmos na definição da rede a ser simulada.

Como elementos constituintes dos cenários têm-se pontos (interseções, entre outros) e segmentos (trechos viários entre pontos). Entre as características da rede são definidos o número e a organização dos elementos (detalhes da geometria) que compõem a rede estudada. Isto é, a presente etapa estabelece as condições gerais dos cenários para os quais será feita a simulação, especificamente em termos de suas características geométricas.

Na Figura 4-3 apresenta-se a explicação da Etapa 02.

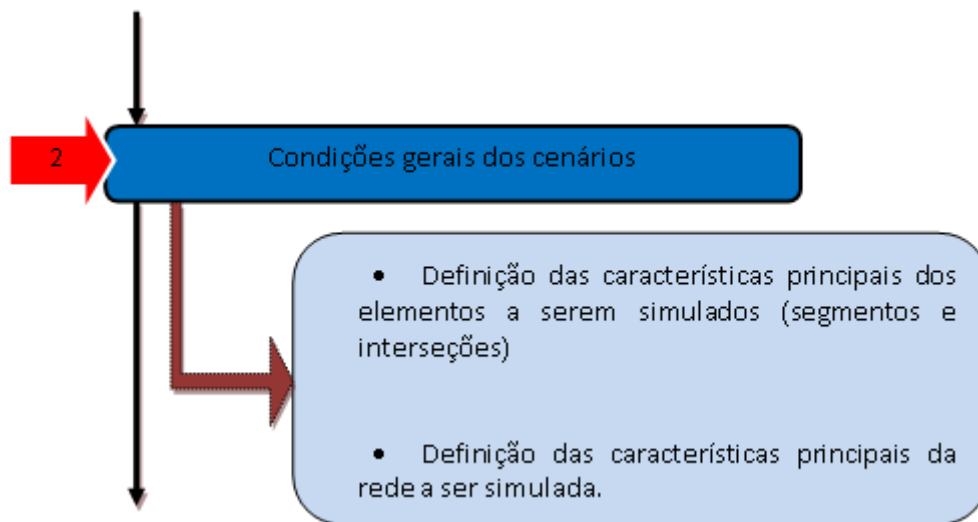


Figura 4-3: Etapa 02 do fluxograma do procedimento para identificação de parâmetros influentes em um processo de simulação microscópica

4.3 - ETAPA 03: CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS

Nesta etapa do procedimento proposto é desenvolvida em detalhe a caracterização específica de cada elemento do cenário a ser simulado. São definidas, dentre outras, características tais como a situação de controle de tráfego nas interseções (presença ou não de semáforos) e de circulação dos veículos nos segmentos viários (sinalização vertical e horizontal na rede); o fluxo de veículos e, as características próprias referentes aos veículos que circulam na rede (velocidades operacionais e itinerários para transporte público). Ela é importante porque estes dados introduzidos no simulador são próprios para cada cenário a ser simulado. A Figura 4-4, apresenta em detalhe esta etapa.

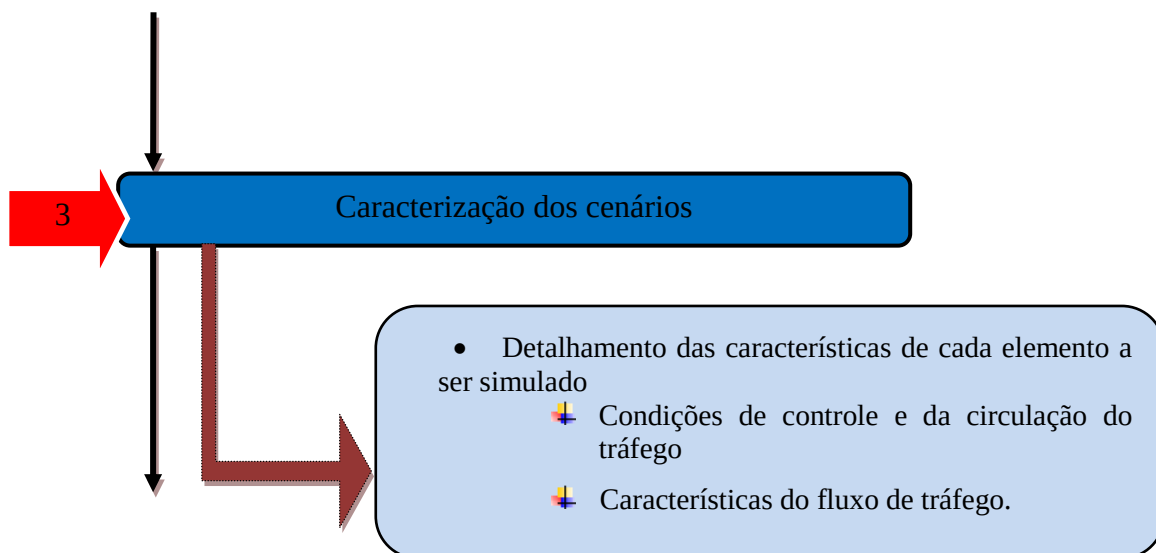


Figura 4-4: Etapa 03 do fluxograma do procedimento para identificação de parâmetros influentes em um processo de simulação microscópica

4.4 - ETAPA 04: ESTABELECIMENTO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO

As medidas de desempenho devem ser estabelecidas após uma comparação conceitual entre as medidas de desempenho encontradas na literatura e as medidas de desempenho que o programa a ser utilizado proporciona. No caso do presente estudo, a definição levou em conta, também, trabalhos realizados no Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília, que foram desenvolvidos com ajuda do uso de um simulador, e alguns conceitos do HCM. É recomendada a escolha de medidas de desempenho para dados que sejam facilmente coletáveis e verificáveis em campo, cuja coleta seja economicamente viável e relacionada ao tipo de cenário e condições de tráfego a simular.

a) Medidas de desempenho na literatura pesquisada

No Capítulo 2 foi feito um levantamento de vários trabalhos relacionados com a identificação dos parâmetros de microsimulação a serem considerados em processos de calibração. Nestes trabalhos foram identificados dois grandes grupos de cenários: cenários em área urbana e cenários em rodovias. Para cada um destes casos foram identificadas medidas de desempenho que são relacionadas ao tipo de cenário.

O HCM 2010 também destaca a importância do volume de tráfego e da velocidade (entre outros parâmetros) para análise das condições de tráfego não interrompido (caracterizando

o fluxo em segmentos de rodovias não afetados pela presença de interseções e/ou acessos). Para áreas urbanas, onde ocorre a presença de interseções, faixa de pedestres, entre outros, o HCM 2010 destaca que os tempos de viagem são afetados pela presença destes elementos e, por isso, o tempo de viagem constitui uma medida de desempenho adequada a ser verificada, assim como o comprimento de filas, o atraso, o número de paradas, entre outras que estão relacionadas com a operação do tráfego nessas áreas. Dentre essas medidas, o manual qualifica o atraso operacional como uma medida de desempenho importante para este tipo de situação de fluxo de tráfego. Esse atraso é definido como a diferença entre o tempo efetivo de viagem em um determinado trecho e o tempo de viagem na velocidade de fluxo livre. O atraso operacional é geralmente provocado pela presença de dispositivos de controle de tráfego, e o HCM o utiliza como a principal medida de desempenho para avaliar o nível de serviço para interseções semaforizadas e não semaforizadas (HCM, 2010).

Em um trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT) da Universidade de Brasília, relacionado com estudos de polos geradores de viagem, foram consideradas e recomendadas quatro medidas de desempenho, sendo, o tempo de viagem, o tempo de atraso, o número de paradas e a velocidade média, (Mariz, 2010). Em outro estudo também desenvolvido no PPGT, relacionado com controladores *fuzzy* para interseção isolada, a autora mencionou duas medidas de desempenho adequadas à análise da fluidez: atrasos e filas. Tendo em vista os objetivos do estudo, foi adotada na análise somente a medida de desempenho “número médio de veículos da fila” (Andrade, 2004).

Na Tabela 4-1, onde é sintetizada a revisão da literatura para outros estudos além dos referidos nos parágrafos anteriores, pode-se identificar que para cenários rodoviários, as medidas de desempenho mais utilizadas são a velocidade e o volume (Hourdakis *et al*, 2003; Turley, 2007 entre outros). Para cenários urbanos as medidas de desempenho mais consideradas são tempo de viagem, comprimento de filas, tempo de atraso, e número de paradas (Kim *et al*, 2005; Park e Scheneberger, 2003; Park e Qi, 2005; Park e Kwak, 2010; entre outros).

Tabela 4-1: Medidas de desempenho encontradas na revisão da literatura

Fonte	Medidas de desempenho	Cenário estudado	Simulador
Hourdakis et al, 2003	Volume, Velocidade	seção de 20 km rodovia	AIMSUN
Kim e Rilett, 2003	Tempo da viagem	23 km de rodovia	CORSIM / TRANSIMS
Park e Scheneberger, 2003	Tempo médio da viagem	Rede arterial urbana com 12 interseções semaforizadas	VISSIM
Barcelo e Casas, 2004	N/D	Rede interurbana (1800 km de via)	AIMSUN
Ben-Akiva et al., 2004	Velocidade, Densidade, Fluxos	Rodovia e 2 arteriais/298 interseções em uma rede urbana	MITSIMlab
Kim et al., 2005	Distribuição do tempo de viagem	Arterial Urbana (1 km comprimento)	VISSIM
Park e Qi, 2005	Tempo da viagem	Uma interseção semaforizada	VISSIM
Oketch e Carrick, 2005	Fluxos nos links e de conversão, tempo da viagem, comprimento de filas	Rede urbana (8 km ² , com 16 interseções)	PARAMICS
Brockfeld et al., 2005	Velocidade	Uma rodovia (1 km de comprimento)	10 diferentes modelos
Lownes e Machemehl, 2006	Capacidade da seção	Interseção de duas rodovias	VISSIM
Turley C.,2007	Velocidade média - Velocidade	13 milhas rodovia	CORSIM
Santhanam S. e Park B., 2008	Tempo da viagem	23,5 milhas rede rodoviária	VISSIM
Gao Y. e Rakha H., 2008	Atrasos, Paradas e Consumo de combustível	Uma interseção semaforizada entre dois segmentos de rodovia de 1 km cada	VISSIM-INTEGRATION
Park e Kwak, 2010	Tempo de viagem - Volume	Rede arterial de 4 interseções semaforizadas	TRANSIMS
Mathew e Radhakrishnan, 2010	Tempo de atraso	Rede arterial de 3 interseções semaforizadas	VISSIM
Liu et al, 2010	Fluxos	1012 ft de rodovia	CORSIM
Dalprá G, 2011	Velocidade média - Tempo de viagem	250 m de via arterial com duas interseções	SimTraffic

b) Medidas de desempenho no Aimsun

O microsimulador Aimsun, que será utilizado para testar o procedimento proposto, proporciona varias medidas de desempenho, tais como, fluxo, velocidade, densidade, tempo de viagem e atraso, entre outras. O usuário elege que medidas são consideradas nas simulações a serem realizadas.

A Tabela 4-2 apresenta-se as medidas de desempenho que o Aimsun fornece. Para simulação de redes o Aimsun apresenta 12 medidas, são elas o fluxo médio, densidade, velocidade média (velocidade média no tempo), velocidade média harmônica (velocidade média no espaço), tempo de viagem, tempo de atraso, tempo de parada, número de paradas, viagem total, tempo total de viagem, consumo de combustível, e emissão de poluentes. Quando são simuladas seções, além das 12 medidas de desempenho, o Aimsun também fornece ainda, o comprimento médio de fila e o comprimento máximo de fila.

Quando são simuladas matrizes O/D o Aimsun fornece outra medida, que é o número de veículos perdidos, porém suprime as medidas de desempenho “densidade” e “comprimentos de filas”.

Tabela 4-2: Medidas de desempenho no Aimsun

Medidas de desempenho	Definição
Fluxo médio	Número médio de veículos por hora que passou pela rede ou por uma seção durante o período de simulação. Os veículos são computados quando deixam a rede por uma seção existente.
Densidade	Número médio de veículos por quilômetro em uma seção ou em toda a rede.
Velocidade média	Velocidade média para todos os veículos que tenham deixado a seção ou o sistema. É calculado utilizando a velocidade média de percurso para cada veículo.
Velocidade média no espaço	Velocidade média harmônica para todos os veículos que deixam uma seção ou o sistema
Tempo de viagem	Tempo médio que um veículo precisa para percorrer uma seção ou um quilômetro dentro da rede. Consiste na média de todos os tempos de viagens individuais (tempo de saída - tempo de entrada) de cada veículo que cruza a seção ou a rede, convertido em tempo por quilômetro.
Tempo médio de atraso	Tempo médio de atraso por veículo por quilômetro. Consiste na diferença entre o tempo de viagem esperado (o tempo que levaria para atravessar o sistema sob condições ideais) e o tempo de viagem efetivo. É calculado como a média de atraso de todos os veículos e logo convertida em tempo por quilômetro.
Tempo de parada	Tempo médio de paralização por veículo por quilômetro.
Número de paradas	Número médio de paradas por veículo por quilômetro.
Distância Total Percorrida	Número total de quilômetros percorridos por todos os veículos que passaram por uma seção ou pela rede.
Tempo total de viagem	Tempo total de viagem experimentado por todos os veículos que passaram por uma seção ou pela rede.
Consumo de combustível	Total de litros de combustível consumido por todos os veículos que passaram por uma seção ou pela rede.
Emissão de poluentes	Total de quilogramas de poluição, para cada tipo de poluente, emitido por todos os veículos que passaram por uma seção ou pela rede.
Comprimento médio de fila	Comprimento médio da fila formada em uma seção expresso pelo número de veículos por faixa. É calculado como uma média no tempo.
Comprimento máximo de fila	Máximo comprimento da fila formada em uma seção, expresso pelo número de veículos por faixa.
Número de veículos perdidos	Número total de veículos que se perderam no percurso da viagem entre a origem e o destino, e que posteriormente não conseguiram atingir o destino correto (em simulação de matrizes O/D).

c) Medidas de desempenho recomendadas

A partir dos elementos apresentados nos itens “a” e “b”, verifica-se que são relevantes para adoção no procedimento proposto, para efeito de trabalhos de simulação em cenários urbanos, as medidas de desempenho tempo de viagem, tempo de atraso, extensão média de fila (número de veículos) e velocidade média.

Pela magnitude do trabalho de análise de importância dos parâmetros para a calibração de microsimuladores, que exigirá um grande número de simulações e o tratamento dos resultados correspondentes, recomenda-se a seleção de duas das medidas de desempenho acima referidas. Foram selecionados o tempo médio de atraso e o comprimento médio de fila.

a. Tempo médio de atraso

Para a determinação do valor do tempo médio de atraso, são utilizadas as Equações 4.1, 4.2, 4.3, e 4.4 (TSS, 2012).

- Estatísticas na rede

Para o veículo que deixa a rede:

$$DT_i = \frac{TDT_i}{D_i} * 1000 \quad (4.1)$$

em que:

DT_i = tempo médio de atraso por quilômetro de *i-th* veículo (s);

TDT_i = tempo total de atraso acumulado em cada seção pelo *i-th* veículo (s);

D_i = distância total de viagem realizada pelo veículo *i-th* na rede (m).

Na rede:

$$DT_{sys} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{sys}} DT_i}{N_{sys}} \quad (4.2)$$

em que:

DT_{sys} = tempo médio de atraso por veículo por quilômetro (s/km);

DT_i = tempo médio de atraso por quilômetro de *i-th* veículo (s)

N_{sys} = número de veículos que saíram da rede durante o período I;

I = intervalo estatístico, tempo em que os resultados da simulação são registrados e varia até chegar ao tempo total de simulação (s)

- Estatísticas na seção

Quando o veículo entra em uma nova seção:

$$DT_i = TT_i - \left[\frac{L_s}{\text{Min}(S_{Max_i}, S_s * \theta_i)} + \frac{L_t}{\text{Min}(S_{Max_i}, S_t * \theta_i)} \right] \quad (4.3)$$

em que:

TT_i = tempo médio de viagem na seção do veículo (s) ;

S_s = velocidade limite da seção s (m/s);

S_t = velocidade limite da conversão t (m/s);

θ_i = aceitação de velocidade do veículo i;

S_{Max_i} = máxima velocidade desejada do veículo i (m/s);

L_s = comprimento da seção s (m)

L_t = comprimento da conversão t (m)

Nesse trabalho é considerado para todos os cálculos estatísticos o tempo médio de atraso da rede.

b. Comprimento médio de filas

Para a determinação do comprimento médio de filas, são utilizadas as equações 4.4, e 4.5.

Para conversões:

$$AQL_{tur} = \frac{\sum_{l \in tur} \left[\frac{\left(\frac{\sum_{t_i \in T_l} [QL_{l,t(i-1)} * (t_{l,i} - t_{l,(i-1)})]}{I} \right)}{NBTurns_l} \right]}{NBLanes_{tur}} \quad (4.4)$$

em que:

$t_{l,i} = (0, t_{l,1}, \dots, t_{l,m}, I)$: instantes “t” quando o comprimento da fila na faixa “l” muda, no intervalo de 0 a I;

AQL_{tur} = comprimento médio de fila na conversão;

$QL_{l,t}$ = comprimento de fila na faixa “l” no tempo “t” (veí);

$NBTurns_l$ = número total de movimentos na conversão na faixa “l” durante o período I;

$NBLanes_{tur}$ = número de faixas antes da conversão;

I = intervalo estatístico, varia até o valor total do tempo de simulação (seg).

Para a seção:

$$AQL_{sec} = \frac{\sum_{l \in sec} \left(\sum_{t_i \in T_l} [QL_{l,t_i} * (t_{l,i} - t_{l,(i-1)})] / I \right)}{NBLanes_{sec}} \quad (4.5)$$

em que:

AQL_{sec} = comprimento médio de fila para a seção;

$QL_{l,t}$ = comprimento de fila na faixa “l” para o tempo “t” (veí);

I = intervalo estatístico (seg)

$t_{l,i} = (0, t_{l,1}, \dots, t_{l,m}, I)$: instantes “t” quando o comprimento da fila na faixa “l” muda, no intervalo de 0 a I;

$NBLanes_{sec}$ = número de faixas da seção “sec”.

- Para a rede:

Na rede o comprimento médio de filas é calculado como a soma do comprimento médio de filas em todas as seções e nas conversões.

Nesse trabalho é considerado para todos os cálculos estatísticos o comprimento médio de filas da rede.

A Figura 4-5 apresenta o resultado do desenvolvimento da Etapa 04 do fluxograma do procedimento proposto.

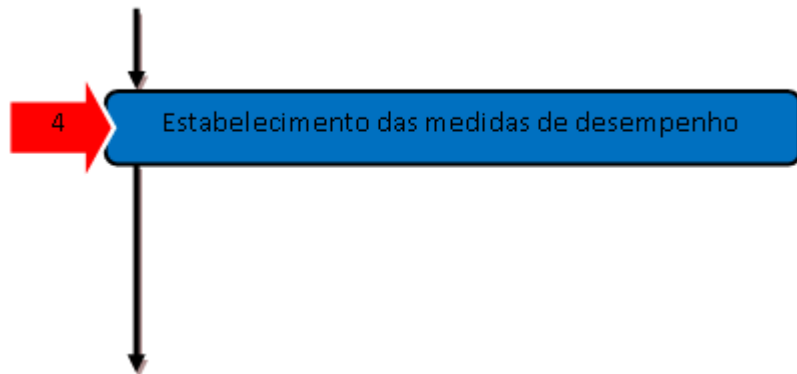


Figura 4-5: Etapa 04 do fluxograma do procedimento proposto

4.5 - ETAPA 05: DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DE PARÂMETROS E DOS RESPECTIVOS VALORES

Nesta etapa do procedimento são definidos tanto os parâmetros do microsimulador que serão investigados quanto os níveis de variação de cada parâmetro para o processo de análise da sua influência na simulação microscópica da situação estudada.

4.5.1 - Seleção dos parâmetros

Esta atividade consiste na identificação dos parâmetros com potencial de afetar significativamente os resultados da simulação com o microsimulador considerado. Para tanto, os parâmetros comumente calibrados em diferentes estudos deverão ser analisados em conjunto com os parâmetros de calibração disponíveis no microsimulador em estudo. As características específicas da situação a ser estudada também devem ser consideradas.

4.5.2 - Lógica de variação dos parâmetros

Deve ser definida a variação do valor de cada parâmetro selecionado em torno do valor *default* (valores inferiores e superiores). Esta definição resultará em três valores a serem comparados entre si para cada parâmetro, (i) um valor abaixo do valor *default*, (ii) o valor *default*, e (iii) um valor acima do valor *default*.

As variações de valores, denominadas “ dx ”, e representam uma variação diferencial do valor *default*. O valor dessa variação deve ter em conta os limites máximos e mínimos de variação do valor *default*, quando definidos no manual do simulador, de modo que os valores a serem testados encontrem-se nesta faixa. Assim, se o simulador definir valores máximos e mínimos para o parâmetro, o valor de “ dx ” será igual ao menor valor obtido para as diferenças (valor *default* – valor mínimo) e (valor máximo – valor *default*). No caso do simulador Aimsun, por exemplo, têm-se algumas características próprias dos veículos que apresentam valores mínimos e máximos. Os valores de “ dx ” obtidos para esses parâmetros, quando expressos em termos percentuais do valor *default*, dão uma ideia de variação que poderá auxiliar na definição da variação “ dx ” para outros parâmetros. Na Figura 4-6 apresenta-se o detalhamento da Etapa 05 do procedimento proposto.

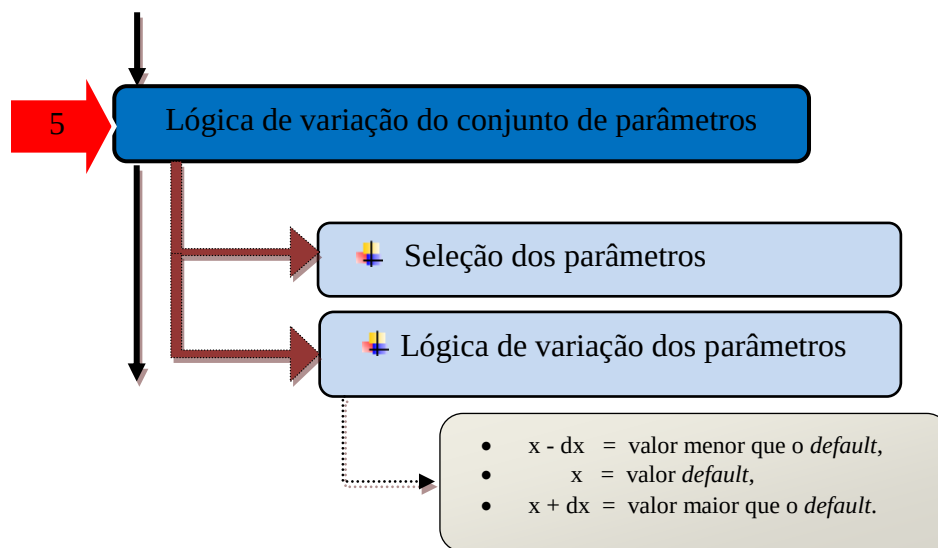


Figura 4-6: Etapa 05 do fluxograma do procedimento proposto

4.6 - ETAPA 06: SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS

Com o conjunto de parâmetros definidos na etapa anterior, a Etapa 06 visa realizar a simulação desse conjunto de parâmetros. As atividades de simulação para cada cenário onde se busca identificar os principais parâmetros do processo de simulação devem ser realizadas como segue: (i) é feita uma primeira simulação com todos os parâmetros assumindo os respectivos valores *default*; (ii) na sequência, para cada parâmetro a ser testado, é feita uma simulação com o valor *default* do parâmetro considerado diminuído em um dx , sendo mantidos os valores *default* para o restante dos parâmetros; e (iii) finalmente, é realizada outra simulação para cada parâmetro a ser testado, onde o valor desse parâmetro é igual ao seu *default* incrementado em um dx , sendo mantidos os demais parâmetros com os respectivos valor *default*.

Para cada cenário, portanto, esta sequência de atividades deve ser feita para todos os parâmetros, seguindo a mesma lógica, ou seja, o parâmetro assume o valor *default*, depois assume o valor “*default* – dx ” e, por último, assume o valor “*default* + dx ”. Na avaliação dos três valores para cada parâmetro, os demais parâmetros do simulador são mantidos com o respectivo valor *default*. Assim para um conjunto de “ n ” parâmetros a ser avaliado para um dado cenário, têm-se um total inicial de “ $2n+1$ ” simulações a serem feitas, aqui referidas como experimentos. No entanto, para permitir a análise estatística dos resultados desses diferentes experimentos, em termos da comparação dos valores das medidas de desempenho obtidas, é importante realizar repetições (simulações) independentes de cada

condição testada. Essas repetições são referidas nesse trabalho como réplicas do experimento.

Para cada experimento é recomendada a realização de, no mínimo, 30 réplicas independentes, considerando que este valor permite uma melhor avaliação da distribuição de probabilidade dos valores obtidos para cada medida de desempenho e a reduzir os valores dos desvios padrões obtidos.

Na Figura 4-7 apresenta-se o gráfico da Etapa 06 que explica o objeto da simulação com os parâmetros *default* e as duas variações por parâmetro.

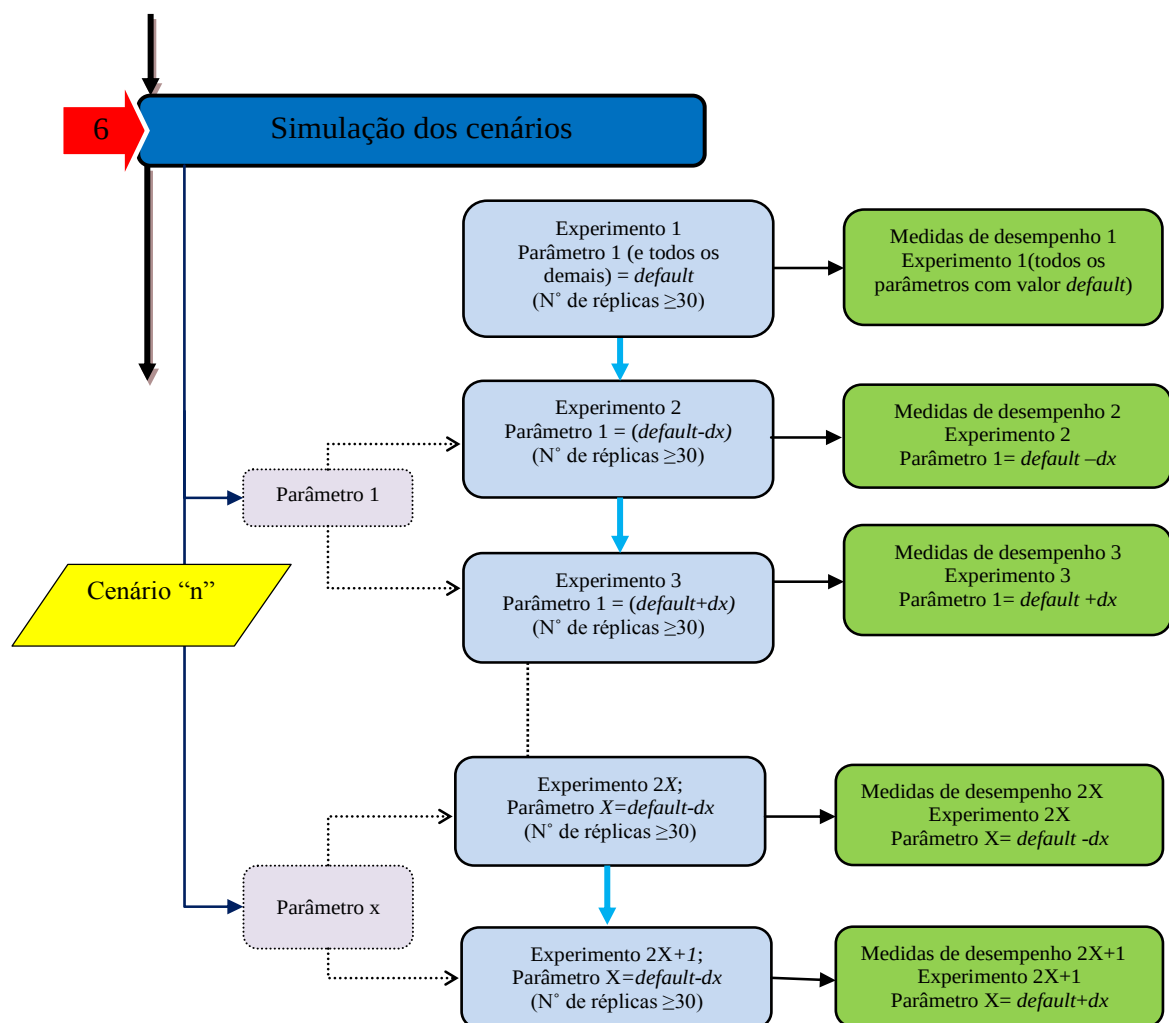


Figura 4-7: Etapa 06 do fluxograma do procedimento para identificação de parâmetros influentes em um processo de simulação microscópica

4.7 - ETAPA 07: ANÁLISE ESTATÍSTICA DA SIGNIFICÂNCIA DE CADA PARÂMETRO SOBRE O RESULTADO DA SIMULAÇÃO

Nesta etapa é realizado o teste estatístico para identificar a significância de cada parâmetro sobre os resultados da simulação de cada cenário.

Para cada cenário considerado, representando uma determinada situação física da via sob condições de tráfego específicas, têm-se os seguintes passos:

- a) *Passo 1:* Realizar para o primeiro parâmetro três experimentos, com a geração de três conjuntos de dados referentes aos valores *default*, menor que o *default*, e maior que o *default* do parâmetro. Cada conjunto apresenta 30 ou mais observações (obtidas por meio de simulações independentes da situação considerada) Para os demais parâmetros, realizar dois experimentos, com a geração de dois conjuntos de dados referentes aos valores menor que o *default* e maior que o *default*. O experimento inicial realizado para o primeiro parâmetro, onde ele e os demais parâmetros assumem o valor *default*, gera um conjunto que será utilizado na análise de todos os parâmetros selecionados para o estudo. Isto é, a análise de cada parâmetro será feita com base em três conjuntos de dados. Serão considerados os resultados dos três conjuntos para as duas medidas de desempenho selecionadas na Etapa 04.
- b) *Passo 2:* Analisar os dados dos três conjuntos obtidos para as medidas de desempenho consideradas no estudo, associadas aos três valores estudados para cada parâmetro avaliado, com relação à normalidade da distribuição dos seus valores (30 ou mais valores em cada conjunto).
- c) *Passo 3:* Se no passo anterior o resultado for positivo e o conjunto de valores apresentar distribuição normal, realizar uma análise para testar a igualdade da variância dos três conjuntos por medida de desempenho e parâmetro analisado.
- d) *Passo 4:* Se for satisfatório o teste do Passo 3, fazer a comparação entre os resultados das médias dos três conjuntos usando ANOVA. Assim, será determinada a significância da variação dos valores de cada parâmetro sobre as

medidas de desempenho selecionadas, para as quais os três conjuntos de dados são normalmente distribuídos e as variâncias não são estatisticamente diferentes entre si. Para as medidas de desempenho cujos três conjuntos não satisfizerem as duas condições referidas (normalidade e igualdade de variâncias), a comparação entre os resultados obtidos deverá ser feita por meio de testes não paramétricos. Para tanto, recomenda-se o uso do teste Kruskal-Wallis, para análise de dois ou mais grupos. Na Figura 4-8, apresenta-se o desenvolvimento da Etapa 07 do fluxograma do procedimento proposto.

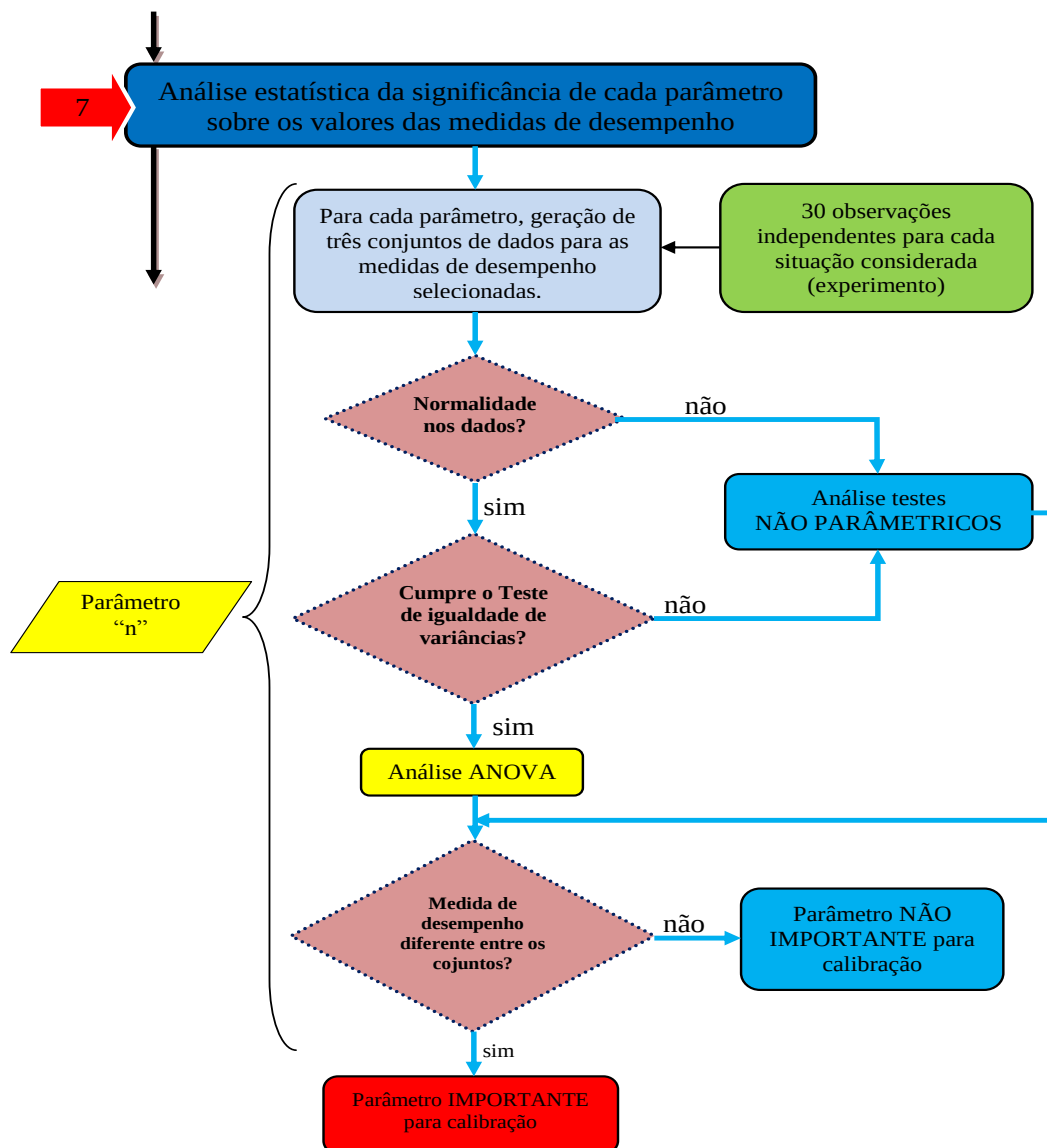


Figura 4-8: Desenvolvimento da Etapa 07 do fluxograma do procedimento proposto

O produto desta Etapa será a relação de parâmetros significativos para a calibração do simulador sob cada cenário estudado.

4.8 - ETAPA 08: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS

Com base nos resultados da etapa anterior, nesta etapa são selecionados os parâmetros influentes nas simulações, e agrupados segundo os dois critérios a seguir apresentados.

O primeiro critério refere-se à identificação do parâmetro como sendo influente em todos os cenários estudados. Ou seja, resultará em um primeiro grupo de parâmetros comuns para todos os cenários simulados. Esse conjunto será denominado “importante” considerando que esses parâmetros são os principais influentes para todas as situações analisadas por meio da microsimulação do tráfego.

O segundo critério diz respeito à identificação de parâmetros que somente são significativos para alguns cenários. Isto é, será obtido um segundo grupo de parâmetros influentes para certos tipos de cenários, com características próprias.

Na Figura 4-9 apresenta-se o desenvolvimento da Etapa 08 do fluxograma do procedimento proposto.

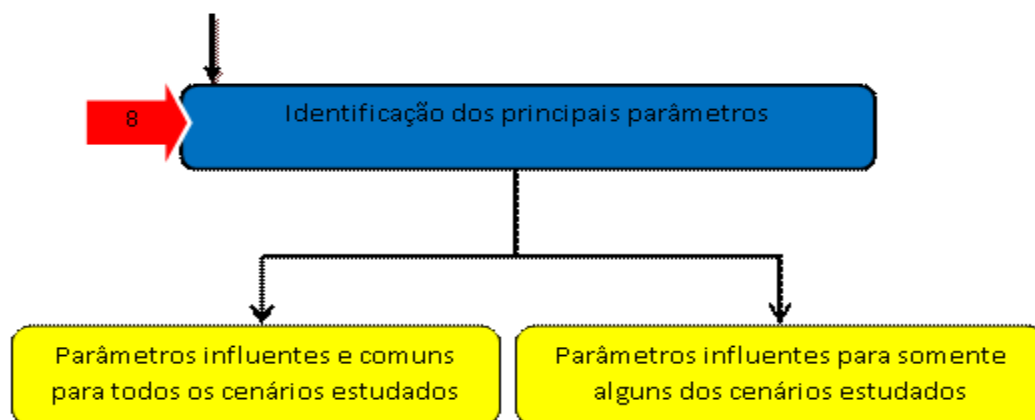


Figura 4-9: Etapa 08 do fluxograma do procedimento proposto

4.9 - TÓPICOS CONCLUSIVOS DO CAPÍTULO

- a) Neste capítulo foi realizado o desenvolvimento do procedimento proposto para a identificação de parâmetros importantes em processos de calibração de microsimuladores.

- b)** Para cumprir com o propósito deste trabalho foram recomendadas duas medidas de desempenho, o tempo médio de atraso e comprimento médio da fila.
- c)** O procedimento proposto foi estruturado em oito etapas, consideradas necessárias e suficientes para identificar parâmetros importantes em processos de simulação microscópica. Começando pela definição da situação a ser estudada e passando pela identificação do propósito da simulação microscópica e das características gerais do cenário a serem estudadas, condições gerais dos cenários, características operacionais dos cenários e determinação das medidas de desempenho a serem testadas, foram definidos a lógica de variação dos valores do conjunto de parâmetros a ser estudado, as condições a serem observadas na simulação de cada condição a ser testada e o tratamento estatístico ao qual os resultados obtidos devem ser submetidos.
- d)** No tratamento estatístico dos resultados, a partir do teste de normalidade para os valores integrantes de cada conjunto de resultados (três conjuntos por medida de desempenho para cada parâmetro analisado) é proposta a realização da análise de homocedasticidade. No caso dos dados dos três conjuntos a serem comparados apresentarem distribuição normal e igualdade entre as respectivas variâncias, é recomendado o uso da análise ANOVA para definir a significância da diferença entre eles e, assim, a importância da variação do parâmetro a que estão relacionados no processo de microsimulação. No caso das condições de normalidade e homocedasticidade não serem verificadas, a análise da influência da variação dos parâmetros estudados sobre os resultados da microsimulação deve ser feita por meio do teste não-paramétrico Kruskal – Wallis.
- e)** A aplicação do procedimento proposto permite a obtenção de um grupo de parâmetros considerados influentes em todos os cenários simulados, ou seja, a variação deste grupo de parâmetros influencia diretamente nos resultados da simulação (medidas de desempenho). Outros conjuntos menores de parâmetros são identificados por serem influentes nos resultados das simulações em condições com características específicas.

5 - APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PROPOSTO

As ferramentas comerciais de microsimulação disponíveis possuem os mais variados recursos para a análise da operação do tráfego em redes, e sua utilização requer a calibração dos diferentes parâmetros relacionados aos seus modelos e à descrição do cenário que será simulado. Neste capítulo, o procedimento proposto no Capítulo 4 para a identificação dos principais parâmetros de um microsimulador a serem calibrados é aplicado para o simulador Aimsun em 12 cenários distintos.

5.1 - DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO A SER ESTUDADA

A primeira etapa do procedimento proposto consiste em identificar o propósito da simulação microscópica a ser realizada. No presente trabalho pretende-se simular 12 cenários em área urbana. O propósito destas simulações consiste em avaliar o desempenho do tráfego veicular em cenários urbanos, em termos de algumas das medidas de desempenho determinadas pelo simulador, começando com uma interseção isolada e passando para duas pequenas redes arteriais com quatro interseções cada uma delas. Estes cenários básicos são objeto de estudo porque se pretende conhecer o desempenho do tráfego veicular para estas situações que podem ser consideradas básicas para projetos maiores. Das situações estudadas, pretende-se obter parâmetros importantes para a calibração do simulador Aimsun.

Na Figura 5-1 apresentam-se os quatro cenários (1, 2, 3, e 4) estudados na simulação da interseção isolada. Os quatro cenários têm a mesma geometria e características físicas. As variações apresentadas estão relacionadas à variação do volume de tráfego e ao tipo de controle do tráfego (sinal PARE ou sinalização semafórica).

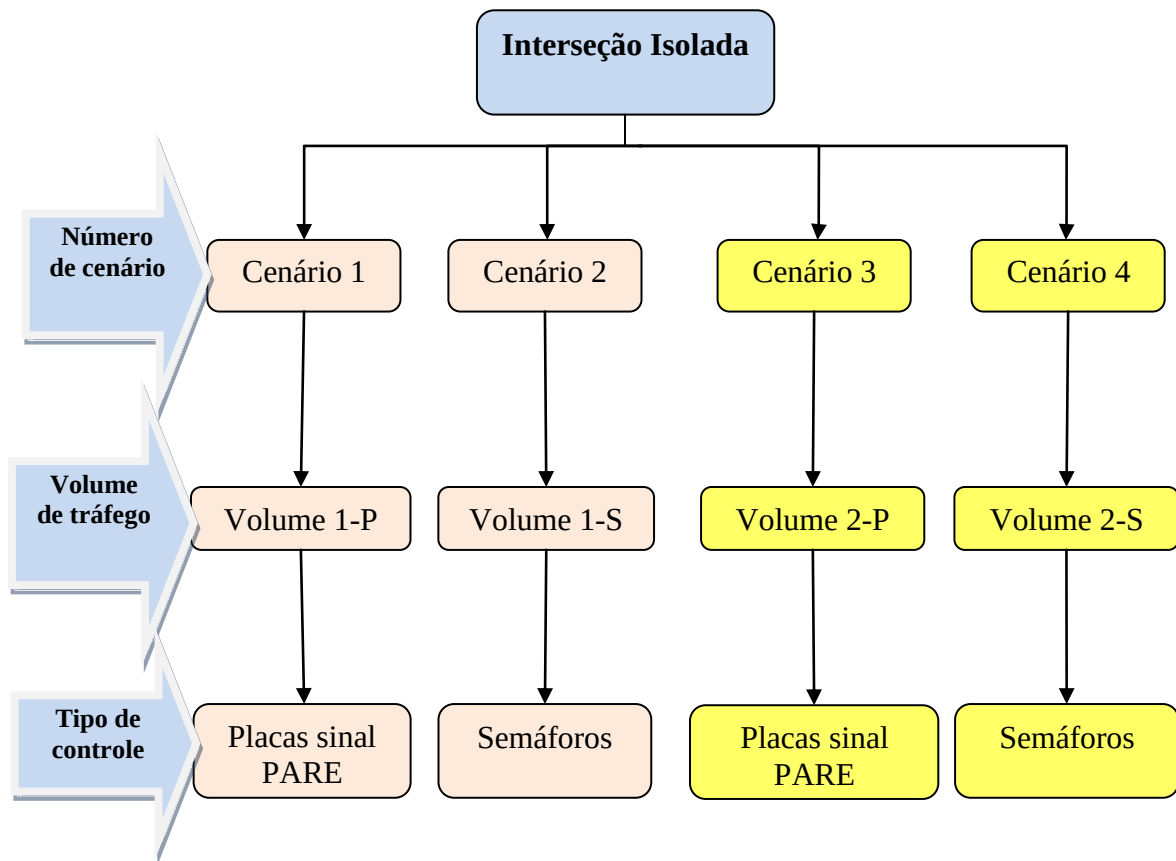


Figura 5-1: Configuração dos cenários para Interseção Isolada

A Figura 5-2 apresenta os quatro cenários (5, 6, 7, e 8) estudados na simulação da primeira rede arterial, denominada “Rede 121” devido à configuração e características da geometria inicial referida neste trabalho como “Geometria 1”. Os quatro cenários associados a essa rede representam variação do volume de tráfego e do tipo de controle do tráfego nas interseções da rede.

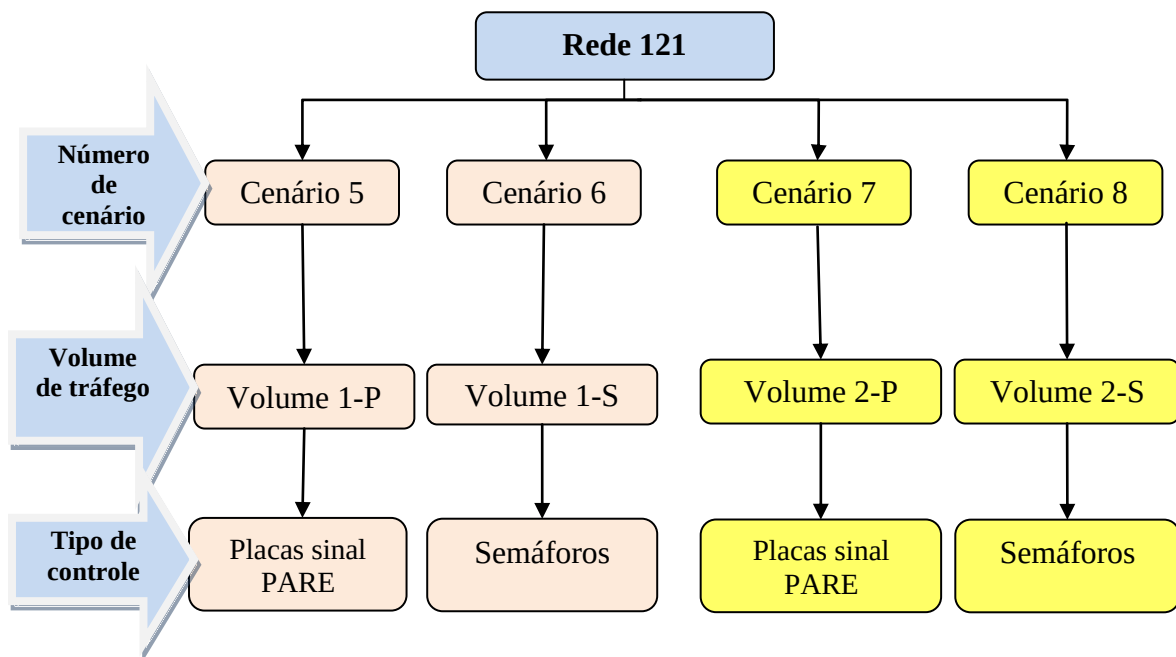


Figura 5-2: Configuração dos cenários da Rede Arterial com Geometria 1

Na Figura 5-3 apresentam-se os quatro cenários (9, 10, 11 e 12) estudados na simulação da segunda rede arterial, denominada “Rede 131” com configuração e características derivadas da geometria inicial e referida neste trabalho como “Geometria 2”. As variações apresentadas refletidas nos quatro cenários referem-se ao volume de tráfego e ao tipo de controle na rede.

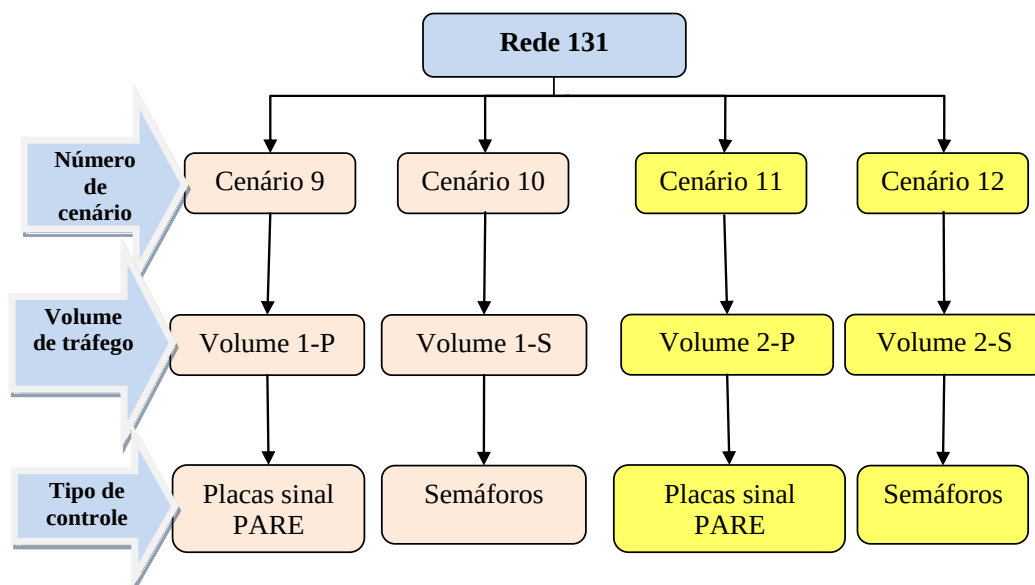


Figura 5-3: Configuração dos cenários da Rede Arterial com Geometria 2

5.2 - CONDIÇÕES GERAIS DOS CENÁRIOS

Esta etapa consiste na definição das características principais dos elementos dos cenários a serem simulados, especificamente no que se refere à definição das suas características geométricas.

5.2.1 - Interseção Isolada

A Interseção Isolada considerada nos primeiros 4 cenários, representa a interseção de uma via principal com uma secundária. A via principal é composta de duas pistas (referidas no Aimsun como seções), com duas faixas de trânsito cada uma. As duas aproximações (cada uma com duas faixas de trânsito) são orientadas nos sentidos oeste – leste e leste – oeste. Apresenta um separador central de um metro de largura ao longo da via separando as duas pistas. A via secundária é formada por uma pista (seção, no Aimsun) única com duplo sentido de fluxo de tráfego, uma faixa por sentido. As aproximações da via secundária possuem, portanto, somente uma faixa de trânsito.

A Figura 5-4 apresenta a configuração geométrica tipo para os quatro primeiros cenários de interseção isolada, mostrando as aproximações das vias secundárias controladas pelo sinal PARE (sinal R-1 do Código de Trânsito Brasileiro). Refere-se, portanto, aos Cenários 1 e 3, embora a mesma geometria se aplique aos Cenários 2 e 4. Nestes últimos, o controle do tráfego é feito com sinalização semafórica. O volume de tráfego varia entre os cenários.

Para cenários com o mesmo tipo de controle do tráfego, é assumido um estado inicial denominado “Volume 1”(Volume 1-P, para o controle com o sinal PARE e Volume 1-S, para o controle com sinalização semafórica) e um segundo estado denominado “Volume 2” (Volume 2-P, para o controle com o sinal PARE e Volume 2-S, para o controle com sinalização semafórica).

O comprimento adotado para todas as seções (via principal e secundária) é igual a 500 metros, para permitir observar o comportamento de troca de faixas dos veículos nas seções durante a simulação da operação do tráfego.

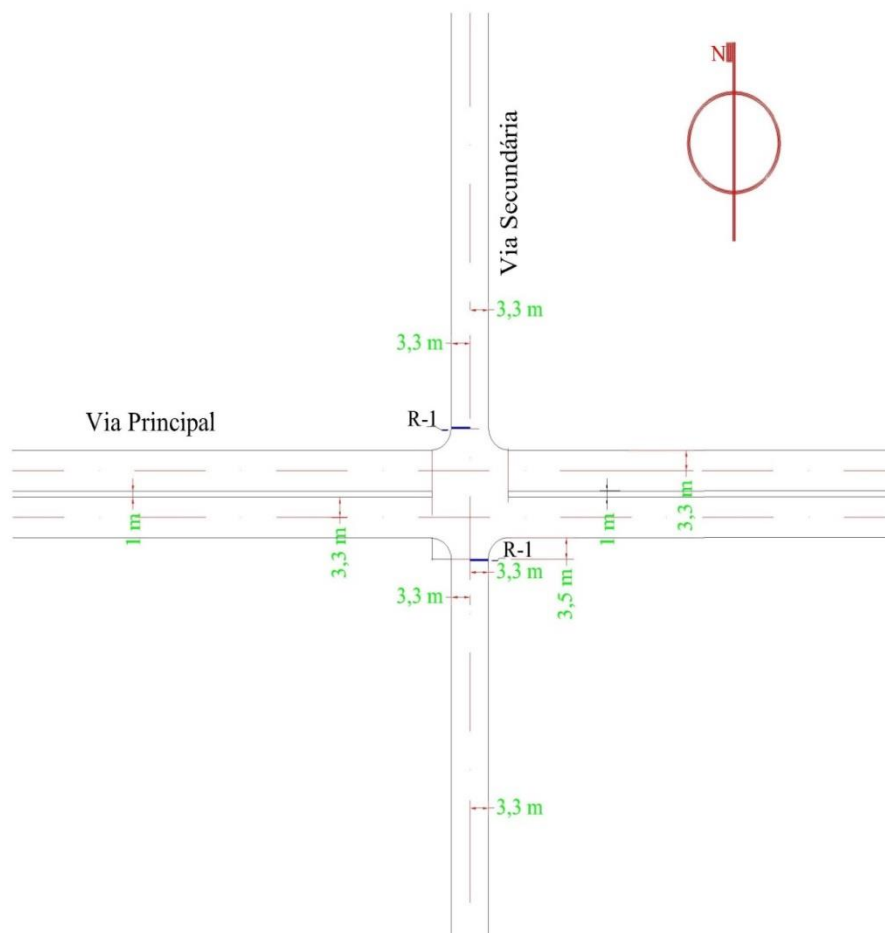


Figura 5-4: Interseção Isolada tipo, considerada nos Cenários 1e 3

5.2.2 - Redes arteriais

Os cenários que simulam uma rede arterial têm como base duas redes com geometrias diferentes. A primeira rede, denominada “Rede 121”, apresenta comprimento das seções (trechos das pistas entre interseções sucessivas) intermediárias da via principal igual a 100, 200, e 100 metros, e a segunda rede arterial, denominada “Rede 131”, possui seções da via principal com comprimentos de 150, 300 e 150 metros. A única diferença da geometria entre as duas redes é, portanto, a distância entre as respectivas interseções.

(i) Cenários 5, 6, 7 e 8:

Estes cenários seguem a configuração tipo para a Rede 121 mencionada em parágrafos anteriores, consistindo em uma via principal com quatro interseções e três seções intermediárias. A característica principal da geometria da rede destes cenários é o comprimento das seções intermediárias, que é de 100, 200 e 100 metros. Quanto ao

controle do tráfego nas interseções, enquanto os Cenários 5 e 7 representam interseções controladas pelo sinal PARE, as interseções dos Cenários 6 e 8 são controladas por sinalização semafórica.

Os cenários estudados apresentam diferentes volumes de tráfego. Para cenários com o mesmo tipo de controle do tráfego, é assumido um estado inicial denominado “Volume 1-P ou Volume 1-S” e um segundo estado denominado “Volume 2-P ou Volume 2-S”.

(ii) Cenários 9, 10, 11 e 12:

Estes cenários seguem a configuração tipo para a Rede 131 mencionada em parágrafos anteriores, consistindo em uma via principal com quatro interseções e três seções intermediárias. A característica principal da geometria da rede destes cenários é o comprimento das seções intermediárias, que é de 150, 300 e 150 metros. Do mesmo modo que ocorreu para a Rede 121, os Cenários 9 e 10 apresentam volume de tráfego inicial para os dois tipos de controle considerados (Volume 1-P ou Volume 1-S) e os Cenários 11 e 12 apresentam outro volume de tráfego para esses mesmos controles (Volume 2-P ou Volume 2-S). As interseções dos Cenários 9 e 11 são controladas pelo sinal PARE, enquanto as dos Cenários 10 e 12 são controladas por sinalização semafórica.

A Figura 5-5 apresenta a configuração física da rede arterial tipo para os Cenários 5 e 7, nos quais as aproximações das vias secundárias são controladas pelo sinal R-1 (PARE). Observe-se que as quatro interseções estão representadas pelos símbolos I1, I2, I3 e I4.

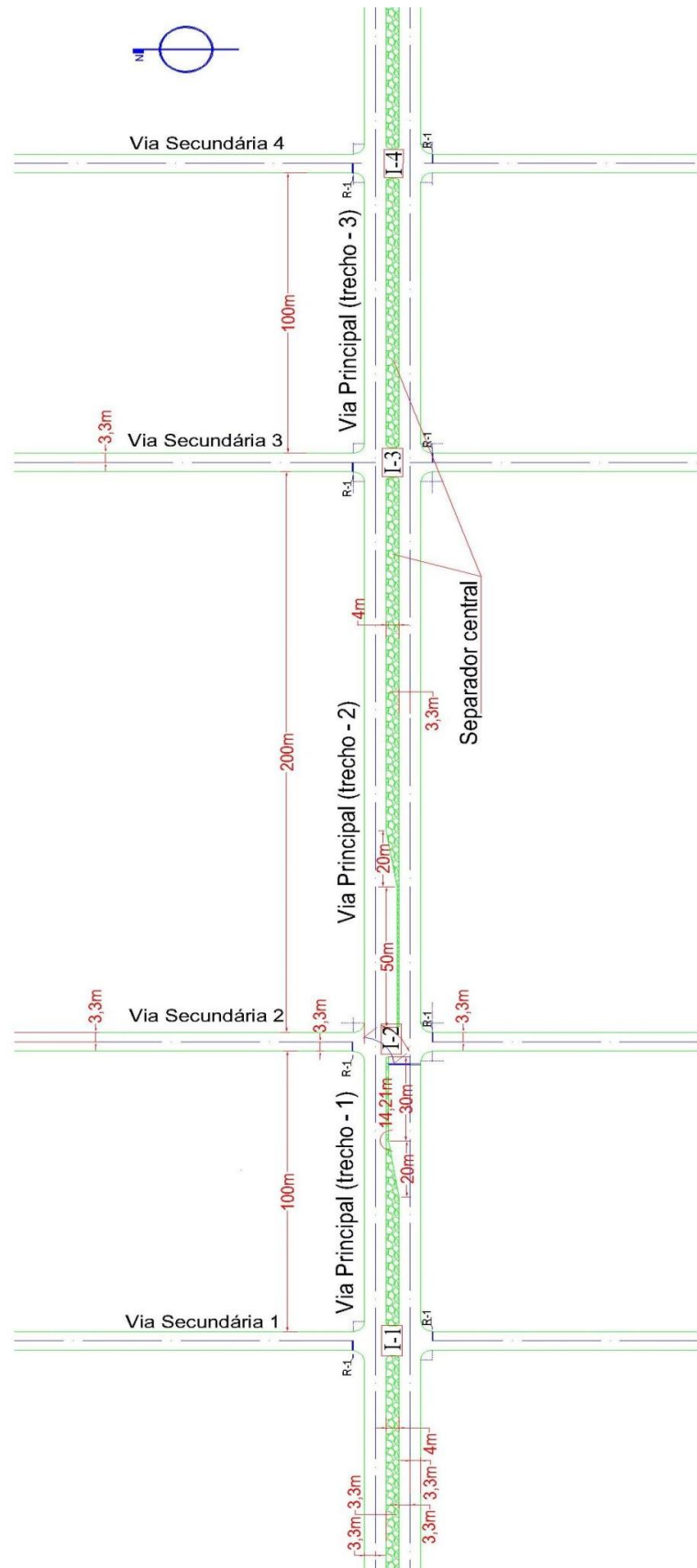


Figura 5-5: Rede Arterial 121 considerada nos Cenários 5 e 7

5.3 - ETAPA 03: CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS

Nesta etapa de aplicação do procedimento proposto é desenvolvida em detalhe a caracterização específica de cada elemento do cenário a ser simulado. Para todos os cenários foram definidos os tipos de controle, composição do fluxo de tráfego e os volumes de veículos.

Ressalta-se que tanto para as simulações das interseções isoladas quanto para as redes arteriais, a composição do fluxo de tráfego se limita só a um tipo de veículo, que é o carro de passeio. Como a análise da interrelação entre veículos é complexa, essa simplificação foi adotada para facilitar o processo de análise comparativa dos resultados da simulação obtidos para cada cenário.

5.3.1 - Interseção isolada

Nos quatro primeiros cenários que simulam a interseção isolada têm-se duas alternativas de controle de tráfego, a primeira mediante o uso de placas de sinal PARE nos Cenários 1 e 3; e a segunda mediante semáforos nos Cenários 2 e 4.

O uso de placas de sinal “Parada obrigatória” (R-1) foi definido a partir da consideração de que as condições de visibilidade nas aproximações da via secundária não recomendam o uso do sinal “Dê a Preferência” e que a utilização de controle semafórico não é justificada. A posição das placas com esses sinais na via secundária está a 3,50 metros do bordo da via principal, e elas estão acompanhadas por uma linha de retenção regulamentada.

No caso das interseções isoladas controladas por semáforos, o cálculo de tempos de ciclo semafórico foi feito considerando o procedimento de *Webster* e o procedimento do Grau de Saturação. As planilhas de cálculos são apresentadas no APÊNDICE A.

Para facilitar o processo de alocação do volume de veículos em cada aproximação, expresso em veículos por hora (vph), e o posterior cálculo dos tempos semafóricos, adotou-se representar cada aproximação pelas seguintes letras maiúsculas: “A” para a aproximação da via principal no sentido oeste-leste; “B” para a aproximação da via principal no sentido leste-oeste; “C” para aproximação da via secundária no sentido norte – sul; e “D” para a aproximação da via secundária no sentido sul – norte. A Figura 5-6 apresenta estas aproximações.

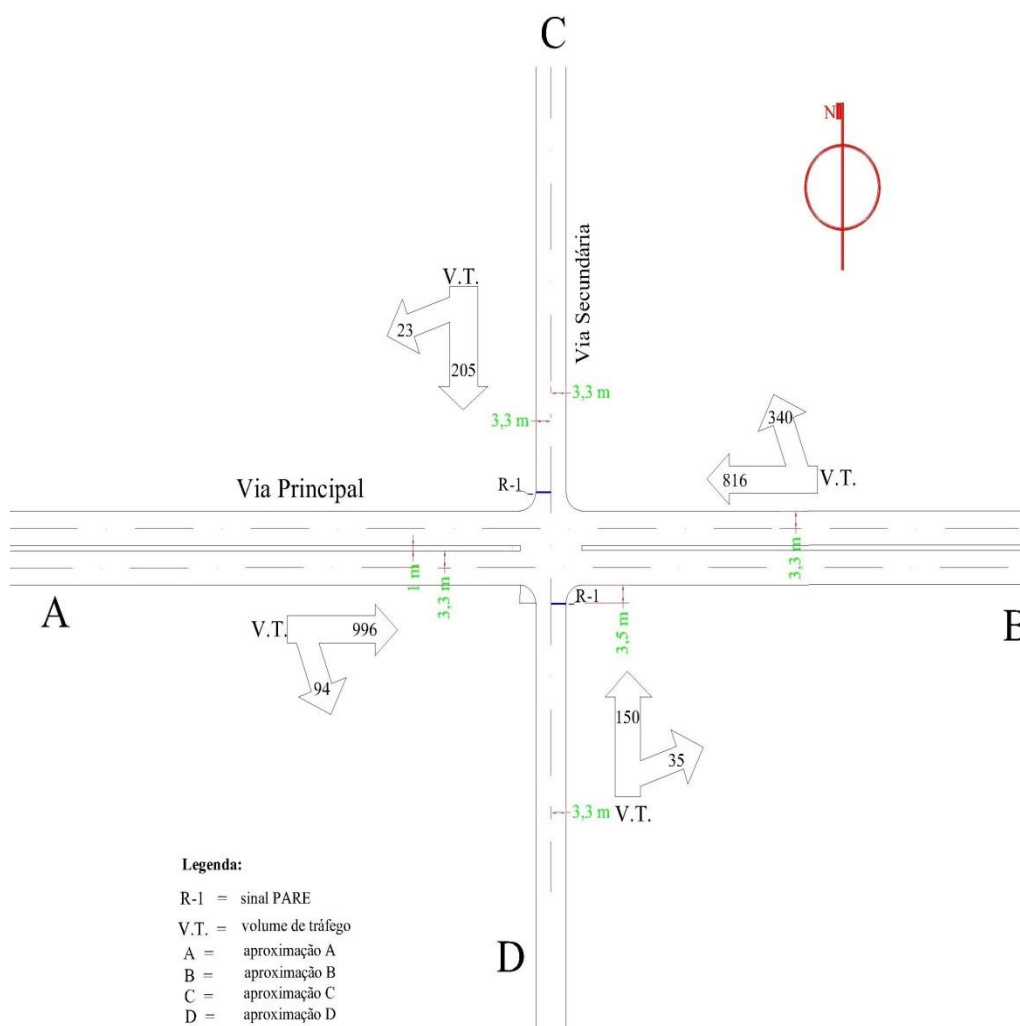


Figura 5-6: Distribuição do volume de tráfego no cenário da Interseção Isolada

A distribuição de volumes de tráfego tem variações para uma mesma geometria e mesmo tipo de controle do tráfego. Assim, o Cenário 1 e o Cenário 3 têm a mesma configuração geométrica, mesmo tipo de controle de tráfego, mas os volumes nas interseções são distintos, de modo a permitir verificar o impacto da variação do volume de tráfego sobre o resultado da análise dos parâmetros. A variação do volume de tráfego para estes cenários foi de aproximadamente 50%. O mesmo procedimento foi adotado com relação aos Cenários 2 e 4, sendo que nesse caso a variação do volume de tráfego foi de aproximadamente 40%.

A Tabela 5-1 apresenta os volumes de veículos por aproximação em cada cenário simulado para interseção isolada.

Tabela 5-1: Distribuição de volumes de veículos na interseção isolada

Cenário	Características gerais			Volume de tráfego (vph)					total na interseção
	ambiente	veículo tipo	tipo de controle	aproximação	esquerda	frente	direita	total	
1	Interseção Isolada	carro	placas PARE	A	0	996	94	1090	2659
				B	0	816	340	1156	
				C	0	205	23	228	
				D	0	150	35	185	
3	Interseção Isolada	carro	placas PARE	A	0	508	42	550	1742
				B	0	712	67	779	
				C	0	205	23	228	
				D	0	150	35	185	
2	Interseção Isolada	carro	semáforos	A	0	996	94	1090	2855
				B	0	816	340	1156	
				C	0	205	23	228	
				D	0	342	39	381	
4	Interseção Isolada	carro	semáforos	A	0	1394	131	1525	3874
				B	0	1142	476	1618	
				C	0	246	28	274	
				D	0	410	47	457	

5.3.2 - Redes arteriais

Nos oito cenários que simulam a Rede 121 e a Rede 131 o tipo de veículo utilizado é o carro. São adotadas duas alternativas de controle de tráfego nas interseções, a primeira mediante o uso de placas PARE, nos Cenários 5, 7, 9 e 11; e a segunda mediante semáforos, nos Cenários 6, 8, 10 e 12.

Na situação de cenários controlados por semáforos, foram utilizados os dois procedimentos de cálculo de tempos de ciclo semaforicos mencionados no item 5.3.1, e para a os tempos de *offset* foi utilizado o programa HCS + T7F. As planilhas de cálculo são apresentadas no APÊNDICE A.

A Figura 5-7 apresenta a distribuição de volume de fluxo de veículos nas aproximações na Rede 121 referente ao Cenário 5. Os volumes dos sete cenários restantes são apresentados no APÊNDICE B.

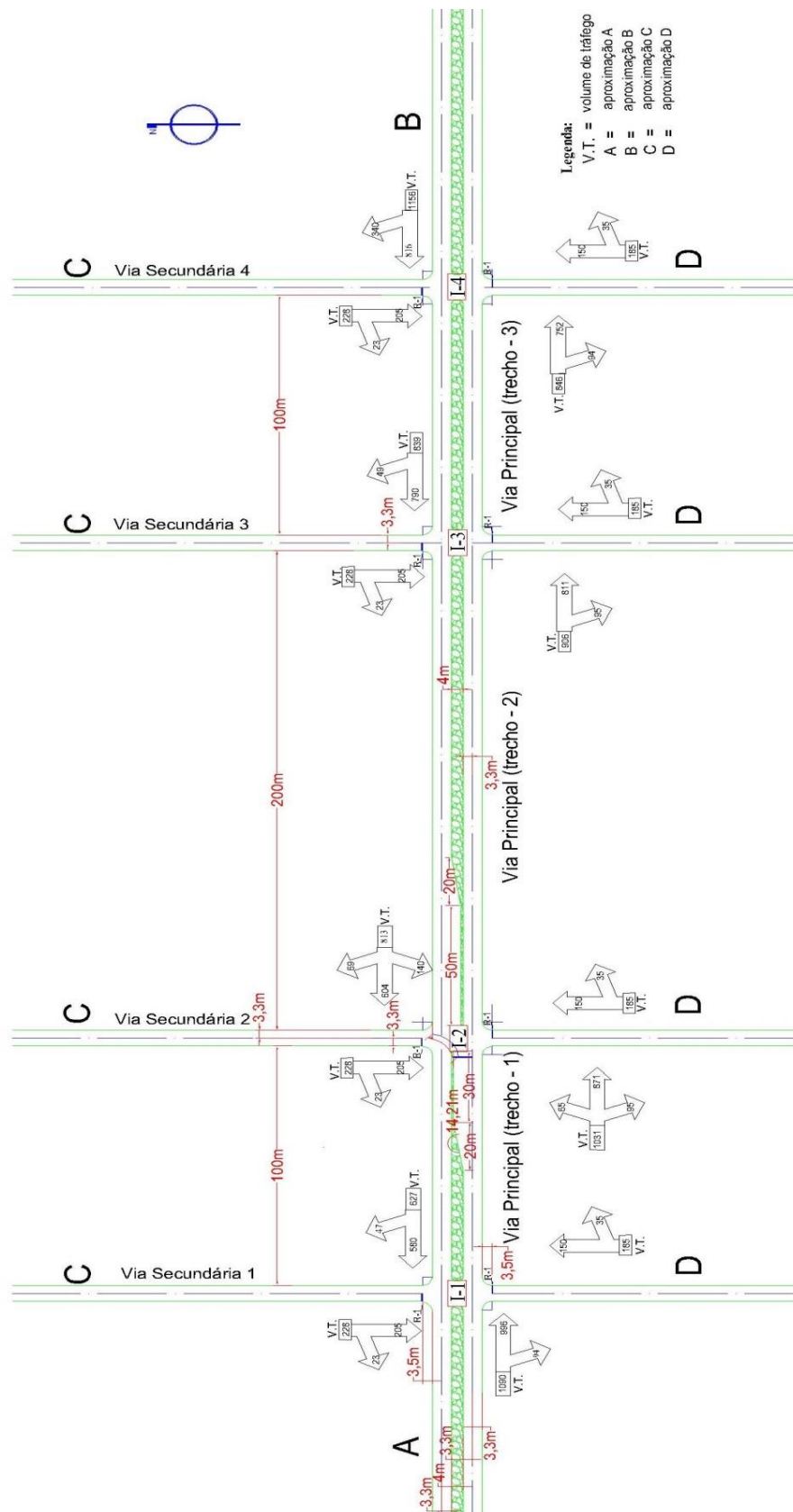


Figura 5-7: Distribuição do volume de tráfego na Rede 121, Cenário 5

Os Cenários 5 e 7 apresentam uma variação de volume de tráfego de 40%, isso porque para volumes maiores a rede apresenta conflitos com uma formação longa de filas em pouco tempo. Na Interseção 2 (I-2) para os quatro cenários da Rede 121 e da Rede 131 estão habilitados giros de conversão à esquerda.

A Tabela 5-2 apresenta os volumes iniciais de veículos (Volume 1-P) nas aproximações das quatro interseções da Rede 121 com o controle pelo sinal PARE, referente ao Cenário 5. Já a Tabela 5-3 apresenta para a mesma rede e tipo de controle uma segunda condição de volume (Volume 2-P), que corresponde ao Cenário 7. Note-se que a variação de volume de veículos entre esses dois cenários ocorre somente na via principal, mantendo-se os volumes iguais nas vias secundárias.

As tabelas de volume de tráfego utilizadas em todos os cenários simulados são apresentadas no APÊNDICE C.

Tabela 5-2: Volume de tráfego na Rede 121, Cenário 5

Tipo de veículo:		carro					
Tipo de controle:		sinal PARE					
Rede 121		Volume de tráfego (vph)					
Cenário	Interseção	aproximação	esquerda	frente	direita	total	total na interseção
5	I - 1	A	0	996	94	1090	2130
		B	0	580	47	627	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 2	A	65	871	95	1031	2257
		B	140	604	69	813	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 3	A	0	811	95	906	2158
		B	0	790	49	839	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 4	A	0	752	94	846	2415
		B	0	816	340	1156	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
Total na rede (vph):							8960

Legenda:

I - 1 = Interseção 1 I - 3 = Interseção 3
I - 2 = Interseção 2 I - 4 = Interseção 4

Tabela 5-3: Volume de tráfego na Rede 121, Cenário 7

Tipo de veículo:		carro					
Tipo de controle:		sinal PARE					
Rede 121		Volume de tráfego (vph)					
Cenário	Interseção	aproximação	esquerda	frente	direita	total	total na interseção
7	I - 1	A	0	508	42	550	1556
		B	0	550	43	593	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 2	A	65	433	45	543	1665
		B	100	570	39	709	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 3	A	0	420	48	468	1616
		B	0	686	49	735	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 4	A	0	411	44	455	1647
		B	0	712	67	779	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
Total na rede (vph):							6484
Legenda:							
I - 1 = Interseção 1		I - 3 = Interseção 3					
I - 2 = Interseção 2		I - 4 = Interseção 4					

Para os cenários relacionados à Rede 131 foram adotadas as mesmas variações entre Volume 1 e Volume 2, e os mesmos volumes de tráfego de veículos. Isto é, os volumes associados aos Cenários 9, 10, 11 e 12 são idênticos aos adotados para os Cenários 5, 6, 7 e 8, respectivamente. A documentação a respeito encontra-se no APÊNDICE C.

5.4 - ETAPA 04: ESTABELECIMENTO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO

De acordo com a recomendação apresentada no Capítulo 4, são assumidas duas medidas de desempenho, o “Tempo médio de atraso” e o “Comprimento médio de filas”. Destaca-se que estas medidas também são obtidas para cada faixa, por seção, e para a rede. Para o propósito do presente trabalho só serão considerados os resultados médios da rede.

5.5 - ETAPA 05: DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DE PARÂMETROS E DOS RESPECTIVOS VALORES

Com os parâmetros obtidos da análise do funcionamento do simulador Aimsun apresentada no Capítulo 3, comparados com os revisados na literatura pesquisada do Capítulo 2, foi

obtido um conjunto de 24 parâmetros qualificados como potencialmente importantes para a calibração do programa. Isto é, parâmetros que deverão ter seu impacto nos resultados da simulação avaliados para a situação estudada.

5.5.1 - Seleção dos parâmetros

Foram selecionados os seguintes parâmetros: Parâmetro 1 “Máxima variabilidade do tempo de Dê a preferência”; Parâmetro 2 “Distância Zona 1”; Parâmetro 3 “Distância Zona 2”; Parâmetro 4 “Distância faixa de aceleração (*on-ramp*)”; Parâmetro 5 “Distância de visibilidade”; Parâmetro 6 “Variação tempo de reação”; Parâmetro 7 “Velocidade máxima desejada”; Parâmetro 8 “Aceleração máxima”; Parâmetro 9 “Desaceleração normal”; Parâmetro 10 “Desaceleração máxima”; Parâmetro 11 “Distância mínima entre veículos”; Parâmetro 12 “Tempo máximo de cessão de preferência”; Parâmetro 13 “Fator de sensibilidade”; Parâmetro 14 “Mínimo *headway*”; Parâmetro 15 “Ultrapassagem pela direita”; Parâmetro 16 “Mudança de faixa imprudente”; Parâmetro 17 “Sensibilidade para mudança de faixa imprudente”; Parâmetro 18 “Número de veículos”; Parâmetro 19 “Máxima diferencia de velocidade”; Parâmetro 20 “Máxima diferença de velocidade em faixa de aceleração (*on-ramp*)”; Parâmetro 21 “Porcentagem de ultrapassagem”; Parâmetro 22 “Porcentagem de retomada”; Parâmetro 23 “Tempo de reação do experimento”; e o Parâmetro 24 “Tempo de reação do veículo” (carro para o presente trabalho).

5.5.2 - Lógica de variação dos parâmetros

Seguindo os passos recomendados no procedimento proposto no Capítulo 4, foram analisados os parâmetros selecionados baseados inicialmente nas variações dos parâmetros próprios dos veículos. Foi analisada uma variação de até 50% do valor *default*, para mais e para menos. Só no Parâmetro 14 “Mínimo *headway*” foi feita uma análise em detalhe da variação desse parâmetro, porque no programa tem-se um valor *default* zero. A análise começa a partir das três velocidades do veículo, definidas como *default* no Aimsun, a Velocidade mínima (80 km/h), a Velocidade média (110 km/h), e a Velocidade máxima (150 km/h). Para um veículo de quatro metros de comprimento, se o “*gap*” for igual a zero, os *headways* mínimos devem ser de 0,18s para a Velocidade mínima, 0,13s para a Velocidade média, e 0,09s para a Velocidade máxima do veículo. Para uma Velocidade mínima de 80 km/h e um *gap* = 0,4s, o *gap* no espaço = 8 metros, e para uma Velocidade máxima de 150 km/h e *gap* no tempo = 0,2s tem-se o *gap* no espaço = 8 metros.

Com estes conceitos, admitindo-se a Velocidade máxima e mínima e gaps de 0,2s e 0,4, respectivamente, assumem-se variações de *headway* entre 0,3s (valor aproximado da soma de 0,09s com 0,2s) e 0,5s (valor aproximado da soma de 0,18s com 0,4s). A Figura 5-8 apresenta a definição gráfica dos conceitos de *gap* e *headway* no processo lógico para a análise de variação do Parâmetro 14 “Mínimo *headway*”.

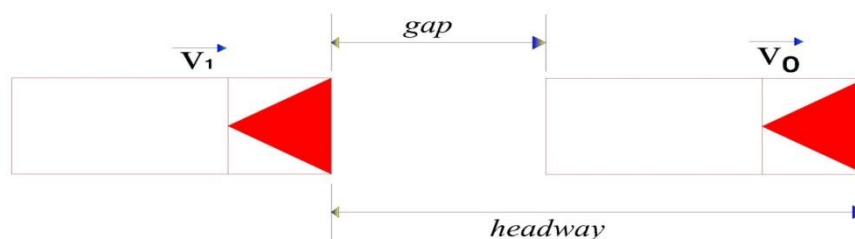


Figura 5-8: Representação gráfica da definição de gap e headway

A Tabela 5-4 apresenta, em porcentagem, as variações dos parâmetros característicos dos veículos no Aimsun, ponto de partida para assumir as variações dos demais parâmetros do programa.

Tabela 5-4: Porcentagem de variação dos parâmetros dos veículos no Aimsun

parâmetro	Unid	médio	mín	máx	%
Velocidade máxima desejada	km/h	110	80	140	27%
Aceleração máxima	m/s ²	3.00	2.60	3.40	13%
Desaceleração normal	m/s ²	4.00	3.50	4.50	13%
Desaceleração máxima	m/s ²	6.00	5.00	7.00	17%
Aceitação de velocidade	adim	1.10	0.90	1.30	18%
Distância mínima entre veículos	m	1.00	0.50	1.50	50%
Tempo máximo de cessão de preferência	s	10.00	5.00	15.00	50%

As diferenças entre o valor máximo e o *default*, e o valor *default* e o mínimo dos parâmetros do veículo são denominadas “dx”, que devem ser adicionadas ou subtraídas dos valores *default* dos respectivos parâmetros.

A Figura 5-9 apresenta a lógica de variação dos parâmetros para a obtenção de parâmetros mínimos e máximos.

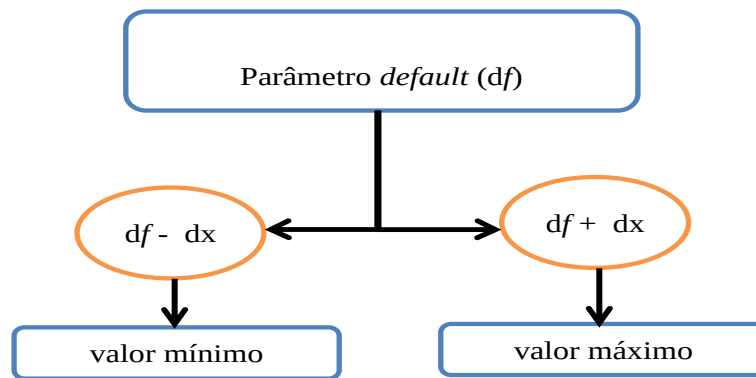


Figura 5-9: Lógica de variação dos parâmetros

Seguindo esta lógica definem-se os conjuntos de valores mínimos e máximos a serem simulados. A Tabela 5-5 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 5-5: Variação dos valores *default* dos parâmetros

No	Descrição de parâmetro	Variações			
		unid	default	mínimo	máximo
seção					
1	Máxima variabilidade do tempo de "Dê a preferência"	s	0.00	-2	2
2	Distância Zona 1	m	300.00	250	350
3	Distância Zona 2	m	40.00	30	50
4	Distância faixa de aceleração (<i>on ramp</i>)	m	<i>whole ramp</i>	15	30
5	Distância de visibilidade	m	30.00	20	40
6	Variação tempo de reação	-	0.00	-1	1
veículo					
7	Velocidade máxima desejada	km/h	110	80	140
8	Aceleração máxima	m/s ²	3.00	2.6	3.4
9	Desaceleração normal	m/s ²	4.00	3.5	4.5
10	Desaceleração máxima	m/s ²	6.00	5	7
11	Distância mínima entre veículos	m	1.00	0.5	1.5
12	Tempo máximo de cessão de preferência	s	10.00	5	15
13	Fator de sensibilidade	adim	1.00	0	2
14	Mínimo <i>headway</i>	s	0.00	0.3	0.5
15	Ultrapasagem pela direita	%	0	5	10
16	Mudança de faixa imprudente	%	0	5	10
17	Sensibilidade para mudança de faixa imprudente	adim	1	0	2
experimento					
18	Número de veículos	veíc	4	2	6
19	Máxima diferença de velocidade	km/h	50	40	60
20	Máxima diferença de velocidade em faixa de aceleração (<i>on ramp</i>)	km/h	70	60	80
21	Porcetagem de ultrapassagem	%	90	85	95
22	Porcentagem de retomada	%	95	91	99
23	Tempo de reação (rede)	s	1.35	1	1.7
24	Tempo de reação (veículo)	s	0.75	1	1.25

Para facilidade de trabalho na etapa de simulação, os valores mínimos e máximos são representados por variáveis de nome “var x”. Assim, para o Parâmetro 1 o valor mínimo é denominado “var 1”, e o valor máximo desse parâmetro é denominado “var 2”; para o Parâmetro 2, os valores das variações são “var 3” e “var 4”; e assim sucessivamente. A Tabela 5-6 apresenta esta nomenclatura por tipo de parâmetro.

Tabela 5-6: Nomenclatura dos parâmetros e suas variações

No. Parâmetro	Descrição	<i>default - dx</i>	<i>default + dx</i>
1	Máxima variabilidade do tempo de "Dê a preferência"	var 1	var 2
2	Distância Zona 1	var 3	var 4
3	Distância Zona 2	var 5	var 6
4	Distância faixa de aceleração (on ramp)	var 7	var 8
5	Distância de visibilidade	var 9	var 10
6	Variação tempo de reação	var 11	var 12
7	Velocidade máxima desejada	var 13	var 14
8	Aceleração máxima	var 15	var 16
9	Desaceleração normal	var 17	var 18
10	Desaceleração máxima	var 19	var 20
11	Distância mínima entre veículos	var 21	var 22
12	Tempo máximo de cessão de preferência	var 23	var 24
13	Fator de sensibilidade	var 25	var 26
14	Mínimo headway	var 27	var 28
15	Ultrapassagem pela direita	var 29	var 30
16	Mudança de faixa imprudente	var 31	var 32
17	Sensibilidade para mudança de faixa imprudente	var 33	var 34
18	Número de veículos	var 35	var 36
19	Máxima diferença de velocidade	var 37	var 38
20	Máxima diferença de velocidade em faixa de aceleração (on ramp)	var 39	var 40
21	Porcentagem de ultrapassagem	var 41	var 42
22	Porcentagem de retomada	var 43	var 44
23	Tempo de reação na rede	var 45	var 46
24	Tempo de reação do veículo	var 47	var 48

5.6 - ETAPA 06: SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS

Nesta etapa foi realizada a simulação de todos os parâmetros identificados na Etapa 05. A lógica de simulação foi como segue: para o primeiro cenário a serem testados os parâmetros, foi feita uma primeira simulação com todos os parâmetros nos seus valores *default*; em seguida, para o primeiro parâmetro a ser testado, foi feita uma simulação com

o seu valor *default* diminuído em um dx , sendo mantidos os valores *default* para o resto dos parâmetros; por último, foi realizada outra simulação com o mesmo parâmetro, onde seu valor *default* foi incrementado em um dx , sendo mantidos os demais parâmetros com seus valores *default*. Na sequência, e seguindo a mesma lógica, foram testados todos os parâmetros para cada um dos 12 cenários referidos na Etapa 01.

Os resultados das simulações dos 12 cenários encontram-se no APÊNDICE D.

5.7 - ETAPA 07: ANÁLISE ESTATÍSTICA DA SIGNIFICÂNCIA DE CADA PARÂMETRO SOBRE O RESULTADO DA SIMULAÇÃO

Nesta etapa é realizado o teste estatístico para identificar a significância de cada parâmetro sobre os resultados obtidos na Etapa 06, referentes à simulação dos 12 cenários com os valores variáveis dos parâmetros a serem testados.

Inicialmente foi realizada a análise estatística visando verificar a normalidade dos dados de cada grupo simulado e a igualdade da variância entre os três grupos referentes à avaliação de cada parâmetro. Define-se como grupo simulado os resultados de 30 repetições da simulação com um conjunto particular de parâmetros. Para a realização desta análise foi utilizado o programa estatístico SAS para testar a normalidade dos grupos, e o SYSTAT para a análise da igualdade de variâncias e igualdade de médias. Assim, para os parâmetros que produziram grupos de medidas de desempenho que não passaram nos testes de normalidade e/ou de igualdade de variância, foi utilizado um teste não paramétrico para igualdade de médias no SYSTAT. Para os parâmetros cujos grupos de resultados apresentaram distribuição normal e igualdade de variâncias, a igualdade das médias foi testada por meio da ANOVA.

5.7.1 - Normalidade

A normalidade dos dados foi verificada por meio de quatro testes, o Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnoff, Cramer-Von Mises, e Anderson-Darling. Nesta análise, as 30 réplicas dos grupos **default**, **var 1** e **var 2** para o Parâmetro 1; **default**, **var 3** e **var 4** para o Parâmetro 2; e assim sucessivamente até o grupo **var 48**, são considerados normais se pelo menos três dos quatro testes de normalidade qualificam o grupo como normal. Caso contrário, o grupo é considerado não normal.

Assim, o resultado de uma medida de desempenho associada a um determinado parâmetro é considerado normal se os três grupos testados para o referido parâmetro, o grupo *default* mais os dois grupos correspondentes ao valor mínimo e máximo, seguem tendência normal. Caso contrário o resultado global da medida de desempenho para o parâmetro é considerado não normal e deve se submeter a uma análise com testes não paramétricos.

Na Tabela 5-7 são apresentados os resultados do teste de normalidade para o Cenário 1, com medida de desempenho “Tempo médio de atraso”, e na Tabela 5-8 os resultados do teste de normalidade para o mesmo cenário e medida de desempenho “Comprimento médio de filas”.

Os resultados dos restantes 11 cenários encontram-se no APÊNDICE E.

Tabela 5-7: Teste de normalidade para o Cenário 1 – Tempo médio de atraso

Cenário: Interseção Isolada sem semáforo - Volume 1-P

M. de Desempenho: Tempo médio de atraso

No.de parâmetro		1			2			3			4			5			6		
Test	default	var 1	default	var 2	var 3	default	var 4	var 5	default	var 6	var 7	default	var 8	var 9	default	var 10	var 11	default	var 12
Shapiro-wilk	n	n	n	s	n	n	n	n	n	s	n	n	n	s	n	n	s	n	s
Kolmogorov-Smirnov	s	n	s	s	s	s	n	n	s	s	s	s	n	s	s	s	s	s	s
Cramer-von Mises	s	n	s	s	s	s	n	n	s	s	s	s	n	s	s	n	s	s	s
Anderson-Darling	s	n	s	s	n	s	n	n	s	s	n	s	n	s	s	n	s	s	s
Normal ?	sim	não	sim	sim	não	sim	não	não	sim	sim	não	sim	não	sim	sim	não	sim	sim	sim
teste de normalidade do parâmetro		não normal			não normal			não normal			não normal			não normal			normal		

No.de parâmetro		7			8			9			10			11			12		
Test	var 13	default	var 14	var 15	default	var 16	var 17	default	var 18	var 19	default	var 20	var 21	default	var 22	var 23	default	var 24	
Shapiro-wilk	s	n	s	s	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	s	s	n	s	
Kolmogorov-Smirnov	s	s	s	n	s	n	n	s	n	n	s	n	s	s	s	s	s	s	
Cramer-von Mises	s	s	s	n	s	n	n	s	n	n	s	n	s	s	s	s	s	s	
Anderson-Darling	s	s	s	n	s	n	n	s	n	n	s	n	n	s	s	s	s	s	
Normal ?	sim	sim	sim	não	sim	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim	sim	sim	sim	sim	
teste de normalidade do parâmetro		normal			não normal			não normal			não normal			não normal			normal		

No.de parâmetro		13			14			15			16			17			18		
Test	var 25	default	var 26	var 27	default	var 28	var 29	default	var 30	var 31	default	var 32	var 33	default	var 34	var 35	default	var 36	
Shapiro-wilk	n	n	s	n	n	n	n	n	n	s	n	n	n	n	s	n	n	n	
Kolmogorov-Smirnov	n	s	s	n	s	n	n	s	s	s	s	s	s	s	n	s	s	n	
Cramer-von Mises	n	s	s	n	s	n	n	s	s	s	s	s	s	s	s	n	s	n	
Anderson-Darling	n	s	s	n	s	n	n	s	n	s	s	s	s	s	s	n	s	n	
Normal ?	não	sim	sim	não	sim	não	não	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não	sim	não	
teste de normalidade do parâmetro		não normal			não normal			não normal			normal			normal			não normal		

No.de parâmetro		19			20			21			22			23			24		
Test	var 37	default	var 38	var 39	default	var 40	var 41	default	var 42	var 43	default	var 44	var 45	default	var 46	var 47	default	var 48	
Shapiro-wilk	n	n	n	n	n	n	s	n	n	n	n	s	n	n	s	n	n	n	
Kolmogorov-Smirnov	n	s	s	s	s	s	s	s	n	s	s	s	s	s	s	s	s	n	
Cramer-von Mises	n	s	s	n	s	s	s	s	n	n	s	s	n	s	s	s	s	n	
Anderson-Darling	n	s	s	n	s	n	s	s	n	n	s	s	n	s	s	s	s	n	
Normal ?	não	sim	sim	não	sim	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	não	
teste de normalidade do parâmetro		não normal			não normal			não normal			não normal			não normal			não normal		

legenda:

n = não
s = sim

Tabela 5-8: Teste de normalidade para o Cenário 1 – Comprimento médio de filas

Cenário: Interseção Isolada sem semáforo - Volume 1-P
M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

No.de parâmetro		1				2				3				4				5				6			
Test	default	var 1	default	var 2	var 3	default	var 4	var 5	default	var 6	var 7	default	var 8	var 9	default	var 10	var 11	default	var 12						
Shapiro-wilk	s	n	s	s	n	s	n	n	s	n	n	s	n	s	s	n	s	s	s						
Kolmogorov-Smirnov	s	n	s	s	s	s	n	n	s	s	n	s	n	s	s	s	s	s	s						
Cramer-von Mises	s	n	s	s	s	s	n	n	s	s	n	s	n	s	s	n	s	s	s						
Anderson-Darling	s	n	s	s	n	s	n	n	s	s	n	s	n	s	s	n	s	s	s						
Normal ?	sim	não	sim	sim	não	sim	não	não	sim	sim	não	sim	não	sim	sim	não	sim	sim	sim						
teste de normalidade do parâmetro		não normal				não normal				não normal				não normal				normal							

No.de parâmetro		7				8				9				10				11				12			
Test	var 13	default	var 14	var 15	default	var 16	var 17	default	var 18	var 19	default	var 20	var 21	default	var 22	var 23	default	var 24							
Shapiro-wilk	s	s	s	n	s	n	n	s	n	n	s	n	n	s	s	n	s	n							
Kolmogorov-Smirnov	s	s	s	n	s	n	n	s	n	n	s	n	s	s	s	s	s	s							
Cramer-von Mises	s	s	s	n	s	n	n	s	n	n	s	n	s	s	s	s	s	s							
Anderson-Darling	s	s	s	n	s	n	n	s	n	n	s	n	n	s	s	s	s	n							
Normal ?	sim	sim	sim	não	sim	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim	sim	sim	sim	não							
teste de normalidade do parâmetro		normal				não normal				não normal				não normal				não normal							

No.de parâmetro		13				14				15				16				17				18			
Test	var 25	default	var 26	var 27	default	var 28	var 29	default	var 30	var 31	default	var 32	var 33	default	var 34	var 35	default	var 36							
Shapiro-wilk	n	s	s	n	s	n	n	s	n	s	s	n	n	s	s	n	s	n							
Kolmogorov-Smirnov	s	s	s	s	s	n	n	s	n	s	s	s	s	s	n	s	s	n							
Cramer-von Mises	n	s	s	n	s	n	n	s	n	s	s	s	s	s	s	n	s	n							
Anderson-Darling	n	s	s	n	s	n	n	s	n	s	s	s	n	s	s	n	s	n							
Normal ?	não	sim	sim	não	sim	não	não	sim	não	sim	sim	sim	não	sim	sim	não	sim	não							
teste de normalidade do parâmetro		não normal				não normal				não normal				normal				não normal							

No.de parâmetro		19				20				21				22				23				24			
Test	var 37	default	var 38	var 39	default	var 40	var 41	default	var 42	var 43	default	var 44	var 45	default	var 46	var 47	default	var 48							
Shapiro-wilk	n	s	n	n	s	s	s	s	n	n	s	n	n	s	s	n	s	n							
Kolmogorov-Smirnov	n	s	s	n	s	s	n	s	n	n	s	s	n	s	s	s	s	n							
Cramer-von Mises	n	s	s	n	s	s	n	s	n	n	s	s	n	s	s	s	s	n							
Anderson-Darling	n	s	s	n	s	s	s	s	n	n	s	n	n	s	s	s	s	n							
Normal ?	não	sim	sim	não	sim	sim	não	sim	não	não	sim	não	não	sim	sim	sim	sim	não							
teste de normalidade do parâmetro		não normal				não normal				não normal				não normal				não normal							

legenda:

n = não
s = sim

Na Tabela 5-9 apresentam-se os resultados do teste de normalidade dos quatro cenários para a Interseção Isolada. Os restantes oito cenários são apresentados no APÊNDICE F.

Tabela 5-9: Resultados do teste de normalidade para a Interseção Isolada

Parâmetro	Medida de desempenho: Tempo médio de atraso				Medida de desempenho: Comprimento médio de filas			
	Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2		Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	NN	n	NN	NN	NN	n	NN	n
2	NN	n	NN	n	NN	n	n	n
3	NN	n	NN	n	NN	n	NN	n
4	NN	n	n	NN	NN	n	n	NN
5	NN	n	NN	n	NN	n	NN	n
6	n	NN	NN	NN	n	NN	NN	NN
7	n	n	n	n	n	n	n	n
8	NN	n	n	NN	NN	n	NN	NN
9	NN	NN	NN	NN	NN	n	NN	NN
10	NN	n	n	NN	NN	n	n	NN
11	NN	n	n	NN	NN	n	n	NN
12	n	n	n	n	NN	n	n	NN
13	NN	n	n	NN	NN	NN	n	NN
14	NN	n	n	NN	NN	n	n	NN
15	NN	n	n	NN	NN	n	n	NN
16	n	n	n	n	n	n	n	NN
17	n	n	n	n	NN	n	n	NN
18	NN	n	NN	NN	NN	n	n	NN
19	NN	n	NN	NN	NN	n	NN	NN
20	NN	NN	n	NN	NN	n	n	NN
21	NN	n	NN	NN	NN	n	NN	NN
22	NN	n	n	NN	NN	n	n	NN
23	NN	n	n	NN	NN	n	n	NN
24	NN	n	n	NN	NN	n	NN	n

Legenda:

NN = não normal
n = normal

5.7.2 - Análise da igualdade de variância

Com os grupos de resultados das medidas de desempenho associadas ao estudo dos parâmetros que passaram no teste de normalidade foi feita uma segunda análise referente ao teste de igualdade de variância, por meio do Teste de Levene. Para as medidas de desempenho associadas a cada um dos parâmetros testados e que apresentaram igualdade de variâncias entre os três grupos de resultados, foi feito o teste de igualdade de médias com a ANOVA. Para os casos em que esta situação não ocorreu, o teste da igualdade das médias utilizado foi o de Kruskal-Wallis, que é um teste não paramétrico.

Na Tabela 5-10 são apresentados os resultados da análise de igualdade de variâncias com o Teste de Levene para os quatro cenários da Interseção Isolada. Os resultados dos outros cenários encontram-se no APÊNDICE G.

Tabela 5-10: Resultados análise de variância, Interseção Isolada

Parâmetro	Medida de desempenho: Tempo médio de atraso				Medida de desempenho: Comprimento médio de filas			
	Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2		Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	-	S	-	-	-	S	-	S
2	-	S	-	S	-	S	-	S
3	-	S	-	S	-	S	-	n
4	-	S	S	-	-	S	S	-
5	-	S	-	S	-	n	-	S
6	n	-	-	-	n	-	-	-
7	S	S	S	S	S	S	S	S
8	-	S	S	-	-	S	-	-
9	-	-	-	-	-	S	-	-
10	-	S	S	-	-	S	S	-
11	-	S	S	-	-	S	S	-
12	S	S	S	n	-	S	S	-
13	-	n	S	-	-	-	S	-
14	-	S	S	-	-	S	S	-
15	-	S	S	-	-	S	S	-
16	S	S	S	n	S	S	S	-
17	S	S	S	n	-	S	S	-
18	-	S	-	-	-	S	S	-
19	-	S	-	-	-	S	-	-
20	-	-	S	-	-	S	S	-
21	-	S	-	-	-	S	-	-
22	-	S	S	-	-	S	S	-
23	-	S	S	-	-	S	S	-
24	-	S	S	-	-	S	-	n

Legenda:

- = não normal
- n = variâncias não iguais
- S = variâncias iguais

5.7.3 - Análise da igualdade das médias

Foi feita a análise de igualdade das médias com a utilização da ANOVA (quando os grupos de resultados a serem comparados tinham distribuição normal e variâncias iguais) e do Teste de Kruskal – Wallis. A partir desta análise de igualdade de médias foram definidos os conjuntos de parâmetros influentes nestas simulações. Aqueles parâmetros com médias dos valores dos grupos de resultados para uma dada medida de desempenho não iguais, são considerados impactantes para os resultados das simulações dos cenários estudados.

A Tabela 5-11 apresenta os resultados dos quatro cenários para a interseção isolada. Neste caso, para o controle sem semáforo, o Volume 1-P é maior do que o Volume 2-P. Para o controle com semáforo a situação é inversa (Volume 1-S é menor do que o Volume 2-S). Os resultados dos cenários restantes são apresentados na Tabela 5-12 e Tabela 5-13.

Tabela 5-11: Resultados da análise de igualdade de médias para a Interseção Isolada

Parâmetro	Medida de desempenho: Tempo médio de atraso				Medida de desempenho: Comprimento médio de filas			
	Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2		Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	S	S	N	S	N	N	N	S
2	S	S	S	S	S	S	S	S
3	S	S	S	S	N	N	S	S
4	S	S	S	S	S	N	S	S
5	N	N	S	S	N	N	S	S
6	N	N	N	N	N	N	N	N
7	S	S	S	S	S	N	S	S
8	N	N	N	N	N	N	S	N
9	S	S	S	N	N	N	S	N
10	S	N	S	N	S	N	S	N
11	S	S	S	N	N	N	S	N
12	N	S	N	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N	N	S	N
14	S	S	S	N	N	N	S	N
15	S	S	S	N	S	N	S	N
16	S	S	S	N	S	N	S	N
17	S	S	S	N	N	N	S	N
18	S	S	S	N	N	N	S	N
19	S	S	S	N	N	N	S	N
20	S	S	S	N	N	N	S	N
21	S	S	S	N	S	N	S	N
22	S	S	S	N	S	N	S	N
23	N	N	N	S	N	N	N	N
24	S	S	S	N	N	N	S	N

Legenda:

 = teste paramétrico (ANOVA)

 = teste não paramétrico (KRUSKAL-WALLIS)

N = médias não iguais

S = médias iguais

Tabela 5-12: Resultados da análise de igualdade de médias para a Rede 121

Parâmetro	Medida de desempenho: Tempo médio de atraso				Medida de desempenho: Comprimento médio de filas			
	Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2		Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	S	N	N	S	S	N	N	S
2	S	S	S	S	S	N	S	S
3	S	S	N	S	S	N	N	S
4	S	S	S	S	S	S	S	S
5	S	S	S	S	S	S	S	S
6	N	N	N	N	N	N	N	N
7	S	S	S	S	S	S	S	S
8	N	N	N	N	N	N	N	N
9	N	N	S	S	N	N	S	S
10	S	S	S	S	S	N	S	S
11	N	S	S	N	S	N	S	N
12	S	N	N	S	S	N	N	S
13	N	N	N	N	N	N	N	N
14	S	N	S	S	S	N	S	S
15	S	N	S	S	S	N	S	S
16	S	S	N	S	S	N	N	S
17	S	S	N	S	S	S	N	S
18	S	S	S	S	S	S	S	S
19	S	N	S	S	S	N	S	S
20	S	S	S	S	S	S	S	S
21	S	S	S	S	S	S	S	S
22	S	S	S	S	S	N	S	S
23	N	N	N	N	N	N	N	N
24	S	N	S	S	S	N	S	S

Legenda:

 = teste paramétrico (ANOVA)

 = teste não paramétrico (KRUSKAL-WALLIS)

N = médias não iguais

S = médias iguais

Tabela 5-13: Resultados da análise de igualdade de médias para a Rede 131

Parâmetro	Medida de desempenho: Tempo médio de atraso				Medida de desempenho: Comprimento médio de filas			
	Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2		Tráfego com volume 1		Tráfego com volume 2	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	S	S	N	S	S	S	N	N
2	S	S	S	S	S	S	S	S
3	S	S	S	S	S	S	S	S
4	S	S	S	S	S	S	S	S
5	S	S	S	S	S	S	S	S
6	N	N	N	N	N	N	N	N
7	S	S	S	S	S	S	S	S
8	N	N	N	N	N	N	N	N
9	S	S	S	S	S	S	S	S
10	S	N	S	N	S	N	S	N
11	N	S	N	N	N	S	N	N
12	N	S	N	S	N	S	N	S
13	N	N	N	N	N	N	N	N
14	S	S	S	S	S	S	S	S
15	S	S	S	S	S	S	S	S
16	S	S	S	N	S	S	S	S
17	S	S	S	N	S	S	S	S
18	S	S	S	S	S	S	S	S
19	S	S	S	S	S	S	S	S
20	S	S	S	S	S	S	S	S
21	S	S	S	S	S	S	S	S
22	S	S	S	S	S	S	S	S
23	S	N	N	N	S	N	N	N
24	S	S	S	S	S	S	S	S

Legenda:

= teste paramétrico (ANOVA)
 = teste não paramétrico (KRUSKAL-WALLIS)
 N = médias não iguais
 S = médias iguais

Com base nestes resultados, foi feita a análise e escolha dos conjuntos de parâmetros influentes nos processos de simulação.

5.8 - ETAPA 08: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS

Com base nos resultados da Etapa 07, nesta etapa foram selecionados os parâmetros influentes nas simulações.

Foi identificado primeiro um grupo de parâmetros importantes para todos os cenários simulados. Esse conjunto será denominado “importante”, considerando que esses parâmetros são os principais influentes no processo de simulação dos 12 cenários estudados. Em seguida, foram identificados os parâmetros importantes para o processo de simulação de um subconjunto de cenários.

5.8.1 - Análise geral

Para facilitar a leitura das tabelas nas análises, cada tipo de cenário e respectivo número é reapresentado na Tabela 5-14.

Tabela 5-14: Resumo das características e do número do cenário para cada situação simulada

Cenário	Geometria	Volume	Controle
Cenário 1	Interseção Isolada	Tráfego com volume 1	Sem semáforo
Cenário 2			Com semáforo
Cenário 3		Tráfego com volume 2	Sem semáforo
Cenário 4			Com semáforo
Cenário 5	Rede 121	Tráfego com volume 1	Sem semáforo
Cenário 6			Com semáforo
Cenário 7		Tráfego com volume 2	Sem semáforo
Cenário 8			Com semáforo
Cenário 9	Rede 131	Tráfego com volume 1	Sem semáforo
Cenário 10			Com semáforo
Cenário 11		Tráfego com volume 2	Sem semáforo
Cenário 12			Com semáforo

A Tabela 5-15 mostra os cenários em que a alteração dos valores de cada parâmetro afeta o “Tempo médio de atraso”, juntamente com o número de cenários onde os parâmetros são importantes. Para esta medida de desempenho, nos 12 cenários identificou-se os seguintes três parâmetros como importantes para todos os cenários: o Parâmetro 6 “Variação tempo de reação”; o Parâmetro 8 “Aceleração máxima; e o Parâmetro 13 “Fator de sensibilidade”. O Parâmetro 23 “Tempo de reação (da rede)” foi importante em 10 cenários, mas no Cenário 4 da interseção isolada e no Cenário 9 da Rede 131 não é influente. A variação de significância do Parâmetro 23 para a Interseção Isolada controlada por semáforo, de acordo com a Tabela 5-15, é devido a um incremento do volume de tráfego. Para a Rede 131 o parâmetro não é significativo quando se tem volume baixo e o controle da rede é dado pela presença de placas PARE, e começa a ter significância quando o volume é incrementado e os controles mudam para semáforos. Ou seja, o caso do Parâmetro 23 mostra que situações com mesma geometria e mesmo tipo de controle de tráfego podem apresentar diferença entre os parâmetros importantes para o processo de calibração em função do volume de tráfego simulado.

Tabela 5-15: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Tempo médio de atraso"

Parâmetro	Interseção Isolada				Rede 121				Rede 131				cenários onde o parâmetro é importante
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7	Cenário 8	Cenário 9	Cenário 10	Cenário 11	Cenário 12	
1	S	S	N	S	S	N	N	S	S	S	N	S	4
2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0
3	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	1
4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0
5	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	2
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	12
7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0
8	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	12
9	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	S	S	2
10	S	N	S	N	S	S	S	S	S	N	S	N	4
11	S	S	S	N	N	S	S	N	N	S	N	N	6
12	N	S	N	N	S	N	N	S	N	S	N	S	7
13	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	12
14	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	2
15	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	2
16	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S	N	3
17	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S	N	3
18	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	1
19	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	2
20	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	1
21	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	1
22	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	1
23	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N	10
24	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	2

Legenda:

S = médias iguais (parâmetro não é importante)

N = médias não iguais (parâmetro é importante)

Analisando a Tabela 5-16, verifica-se o resumo do número de cenários onde os parâmetros são importantes levando em conta o “Comprimento médio de filas”. Para esta medida de desempenho identificou-se um único parâmetro importante nos 12 cenários, que é o Parâmetro 6 “Variação tempo de reação”. O Parâmetro 8 “Aceleração máxima”, o Parâmetro 13 “Fator de sensibilidade” e o Parâmetro 23 “Tempo de reação (da rede)” foram identificados como importantes em 11 cenários.

Os parâmetros 8 e 13 não se mostraram importantes somente no Cenário 3, onde o controle é com placas PARE e o volume é inferior ao observado no outro cenário semelhante (Cenário 1). O Parâmetro 23 não se mostrou importante somente para o Cenário 9, referente à Rede 131 com controle por placas PARE com volume mais alto do que o apresentado para o cenário semelhante (Cenário 11).

Tabela 5-16: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Comprimento médio de filas"

Parâmetro	Interseção Isolada				Rede 121				Rede 131				cenários onde o parâmetro é importante
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7	Cenário 8	Cenário 9	Cenário 10	Cenário 11	Cenário 12	
1	N	N	N	S	S	N	N	S	S	S	N	N	7
2	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	1
3	N	N	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	4
4	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	1
5	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	2
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	12
7	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	1
8	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	11
9	N	N	S	N	N	N	S	S	S	S	S	S	5
10	S	N	S	N	S	N	S	S	S	N	S	N	5
11	N	N	S	N	S	N	S	N	N	S	N	N	8
12	N	N	N	N	S	N	N	S	N	S	N	S	8
13	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	11
14	N	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	4
15	S	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	3
16	S	N	S	N	S	N	N	S	S	S	S	S	4
17	N	N	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S	4
18	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	3
19	N	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	4
20	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	3
21	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	2
22	S	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	3
23	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	11
24	N	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	4

Legenda:

S = médias iguais (parâmetro não é importante)

N = médias não iguais (parâmetro é importante)

Na Tabela 5-17 apresenta-se o resumo do número de cenários onde os parâmetros são significativamente importantes para as duas medidas de desempenho. Pode-se observar que considerando-se as duas medidas de desempenho nos 12 cenários, um parâmetro é significativamente importante. Este parâmetro é a “Variação do tempo de reação” o Parâmetro 6. Significa, que para qualquer tipo de situação, tanto em interseções isoladas quanto em redes pequenas, para variações de volume de tráfego e de tipo de controle de tráfego (sinal de placas PARE ou semáforos), este parâmetro é firme candidato entre os principais parâmetros a serem calibrados para obter resultados próximos à realidade dos cenários simulados.

Conjuntos menores de parâmetros com importâncias similares foram identificados. O primeiro deles é formado pelos parâmetros: 8 “Aceleração máxima”, 13 “Fator de sensibilidade”, e 23 “Tempo de reação na rede”. Estes parâmetros se mostraram importantes para mais de 96%, 96% e 88%, respectivamente, dos cenários estudados, considerando-se as duas medidas de desempenho (24 situações analisadas). O segundo conjunto é formado pelos parâmetros: 11 “Distância mínima entre veículos” e 12 “Tempo máximo de cessão de preferência”, importantes em 58% e 63%, respectivamente, dos

cenários estudados quando são consideradas as duas medidas de desempenho. Estes parâmetros identificados conformam três conjuntos gerais de parâmetros importantes com algumas limitações de cenários onde eles deixam de ser significativos. O Conjunto 1: Parâmetro 6, Conjunto 2: Parâmetros 8, 13 e 23, e Conjunto 3: Parâmetros 11 e 12.

Analisando-se os resultados das duas medidas de desempenho em separado, verifica-se que a medida “Comprimento médio de filas” é mais sensível a mudanças nos valores dos parâmetros em um número maior de cenários do que a medida “Tempo médio de atraso”. Levando-se em conta somente o “Comprimento médio de filas”, o Parâmetro 1 “Máxima variabilidade do tempo de Dê a preferencia”, por exemplo, também é importante em 58% dos cenários estudados. Os resultados da Tabela 5-17 mostram, também, que para as interseções isoladas, os parâmetros que menos afetam os resultados das simulações são os Parâmetros: 2, 4 e 7.

Tabela 5-17: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas

Parâmetro	Tempo médio de atraso	% cenários	Comprimento médio de filas	% cenários	% global situações
1	4	33%	7	58%	46%
2	0	0%	1	8%	4%
3	1	8%	4	33%	21%
4	0	0%	1	8%	4%
5	2	17%	2	17%	17%
6	12	100%	12	100%	100%
7	0	0%	1	8%	4%
8	12	100%	11	92%	96%
9	2	17%	5	42%	29%
10	4	33%	5	42%	38%
11	6	50%	8	67%	58%
12	7	58%	8	67%	63%
13	12	100%	11	92%	96%
14	2	17%	4	33%	25%
15	2	17%	3	25%	21%
16	3	25%	4	33%	29%
17	3	25%	4	33%	29%
18	1	8%	3	25%	17%
19	2	17%	4	33%	25%
20	1	8%	3	25%	17%
21	1	8%	2	17%	13%
22	1	8%	3	25%	17%
23	10	83%	11	92%	88%
24	2	17%	4	33%	25%

Na Tabela 5-17, Figura 5-10 e Figura 5-11 podem-se observar com maior clareza os cinco parâmetros importantes para certas condições de controle e volume de tráfego, e o parâmetro considerado importante para todos os cenários simulados neste trabalho.

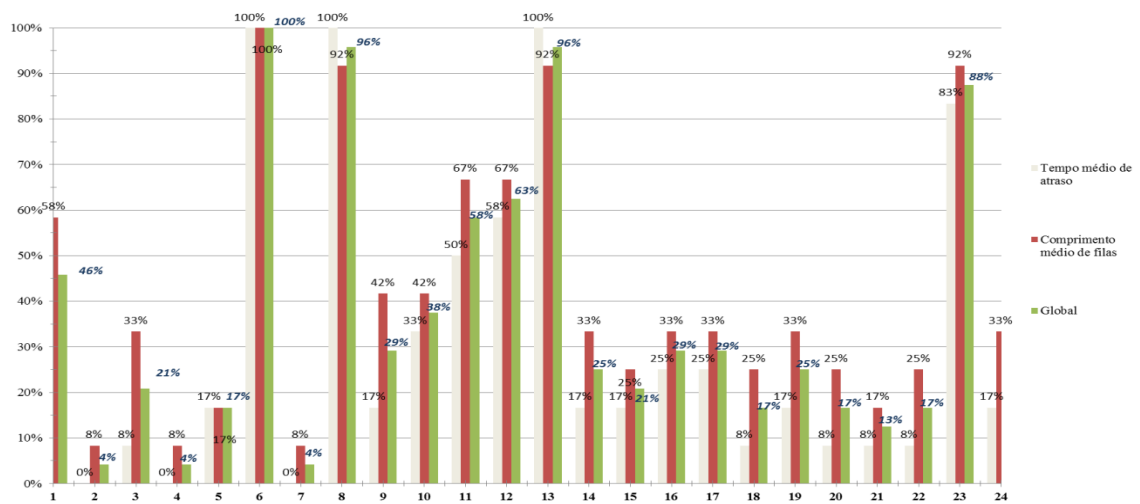


Figura 5-10: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas

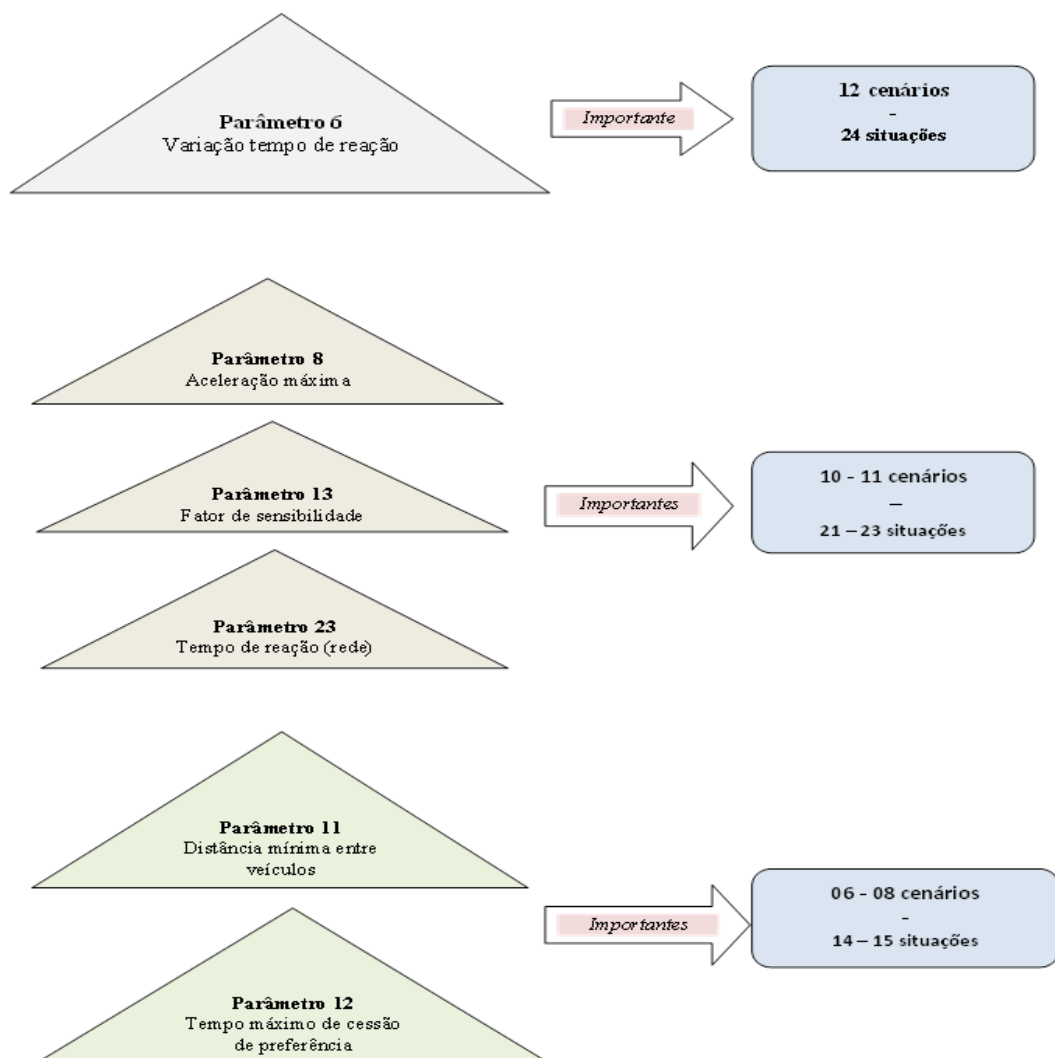


Figura 5-11: Grupos de conjuntos de parâmetros importantes globais

5.8.2 - Análise por tipo de controle

Mediante esta análise foi encontrado três conjuntos de parâmetros importantes para os tipos de controle por placas PARE e por semafórico. Neste sentido foram feitas duas análises para encontrar este conjunto de parâmetros. A primeira leva em conta cada medida de desempenho estudada, “Tempo médio de atraso” e “Comprimento médio de filas”, e a segunda considera a situação geral para as duas medidas mencionadas.

5.8.2.1 - Controle sem semáforo

Analisando-se a Tabela 5-18 podem ser identificados, para os seis cenários controlados por sinal de placas PARE, três conjuntos de parâmetros importantes para a medida de desempenho “Tempo médio de atraso. O primeiro deles, Conjunto 1, é formado por: Parâmetro 6 “Variação tempo de reação”, Parâmetro 8 “Aceleração máxima” e Parâmetro 13 “Fator de sensibilidade”, presentes em seis cenários. Existe um segundo conjunto de parâmetros importantes, o Conjunto 2, formado por: Parâmetro 12 “Tempo máximo de cessão de preferência”, e Parâmetro 23 “Tempo de reação na rede”, presentes em cinco cenários. O terceiro conjunto de parâmetros importantes, o Conjunto 3, é formado por: Parâmetro 1 “Máxima variabilidade do tempo de "Dê a preferência"” e Parâmetro 11 “Distância mínima entre veículos”, presentes em três cenários.

Os resultados referentes aos parâmetros do Conjunto 3 mostram que,, no caso do Parâmetro 1, a variação de significância da importância deste parâmetro está relacionada diretamente com a variação do volume para os cenários estudados, em volumes baixos o parâmetro é considerado importante mas quando o volume de tráfego incrementa em valor este parâmetro deixa de ser importante. No caso do Parâmetro 11, a variação da importância deste parâmetro está condicionada à geometria da seção. Para interseções isoladas o parâmetro não tem importância, para redes pequenas com características da Rede 121 o parâmetro está condicionado à variação do volume de tráfego, apresentando importância para o volume mais alto, , e para redes com características da Rede 131, este parâmetro é considerado importante para os dois níveis de volume estudados.

Além da identificação dos três conjuntos, existe outro conjunto de parâmetros que não afeta na variação da medida de desempenho “Tempo médio de atraso” em circunstância nenhuma. Ele inclui os parâmetros: 2, 4, 7, 10, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, e 24.

Tabela 5-18: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Tempo médio de atraso" (Sem semáforo)

Parâmetro	Interseção Isolada		Rede 121		Rede 131		cenários onde o parâmetro é importante
	Cenário 1	Cenário 3	Cenário 5	Cenário 7	Cenário 9	Cenário 11	
1	S	N	S	N	S	N	3
2	S	S	S	S	S	S	0
3	S	S	S	N	S	S	1
4	S	S	S	S	S	S	0
5	N	S	S	S	S	S	1
6	N	N	N	N	N	N	6
7	S	S	S	S	S	S	0
8	N	N	N	N	N	N	6
9	S	S	N	S	S	S	1
10	S	S	S	S	S	S	0
11	S	S	N	S	N	N	3
12	N	N	S	N	N	N	5
13	N	N	N	N	N	N	6
14	S	S	S	S	S	S	0
15	S	S	S	S	S	S	0
16	S	S	S	N	S	S	1
17	S	S	S	N	S	S	1
18	S	S	S	S	S	S	0
19	S	S	S	S	S	S	0
20	S	S	S	S	S	S	0
21	S	S	S	S	S	S	0
22	S	S	S	S	S	S	0
23	N	N	N	N	S	N	5
24	S	S	S	S	S	S	0

Legenda:

S = médias iguais (parâmetro não é importante)

N = médias não iguais (parâmetro é importante)

A Tabela 5-19 mostra o resultado da simulação dos cenários controlados por sinal de PARE para a medida de desempenho “Comprimento médio de filas”. Por meio desta tabela também podem ser identificados três conjuntos de parâmetros importantes. O primeiro conjunto, Conjunto 1, é formado pelo Parâmetro 6 “Variação tempo de reação”, presente em seis cenários. Um segundo conjunto de parâmetros importantes, o Conjunto 2 inclui: Parâmetro 8 “Aceleração máxima”, Parâmetro 12 “Tempo máximo de cessão de preferência”, Parâmetro 13 “Fator de sensibilidade”, e Parâmetro 23 “Tempo de reação na rede”, presentes em cinco cenários. O Conjunto 3 contém o Parâmetro 1 “Máxima variabilidade do tempo de “Dê a preferência”” e o Parâmetro 11 “Distância mínima entre veículos”, presentes em três a quatro cenários, respectivamente.

Existe outro conjunto de parâmetros que não influencia nos resultados do “Comprimento médio de filas” na simulação dos seis cenários; esse conjunto está formado pelos parâmetros: 2, 4, 7, 10, 15, 21, e 22.

Tabela 5-19: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Comprimento médio de filas" (Sem semáforo)

Parâmetro	Interseção Isolada		Rede 121		Rede 131		cenários onde o parâmetro é importante
	Cenário 1	Cenário 3	Cenário 5	Cenário 7	Cenário 9	Cenário 11	
1	N	N	S	N	S	N	4
2	S	S	S	S	S	S	0
3	N	S	S	N	S	S	2
4	S	S	S	S	S	S	0
5	N	S	S	S	S	S	1
6	N	N	N	N	N	N	6
7	S	S	S	S	S	S	0
8	N	S	N	N	N	N	5
9	N	S	N	S	S	S	2
10	S	S	S	S	S	S	0
11	N	S	S	S	N	N	3
12	N	N	S	N	N	N	5
13	N	S	N	N	N	N	5
14	N	S	S	S	S	S	1
15	S	S	S	S	S	S	0
16	S	S	S	N	S	S	1
17	N	S	S	N	S	S	2
18	N	S	S	S	S	S	1
19	N	S	S	S	S	S	1
20	N	S	S	S	S	S	1
21	S	S	S	S	S	S	0
22	S	S	S	S	S	S	0
23	N	N	N	N	S	N	5
24	N	S	S	S	S	S	1

Legenda:

S = médias iguais (parâmetro não é importante)

N = médias não iguais (parâmetro é importante)

Na Tabela 5-20 é apresentado o resumo das variações dos parâmetros com relação às medidas de desempenho para os seis cenários controlados por sinais de PARE.

Observam-se três conjuntos de parâmetros importantes. O Conjunto 1 contém somente o Parâmetro 6, identificado como o mais importante para os 06 cenários, considerando as

duas medidas de desempenho (12 situações). O Conjunto 2 inclui os parâmetros: 8, 12, 13, e 23, identificados como importantes para 92%, 83%, 92%, e 83%, respectivamente, nas situações analisadas. O Conjunto 3 é integrado pelos parâmetros 1 e 11, identificados como importantes para 58%, e 50% das situações consideradas, respectivamente.

A Tabela 5-20 permite identificar, também, um conjunto de parâmetros considerados não significantes com respeito à variação dos resultados das duas medidas de desempenho nas 12 situações analisadas. Este conjunto é formado pelos parâmetros 2, 4, 7, 10, 15, 21 e 22.

Tabela 5-20: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas para cenários sem semáforos

Parâmetro	Tempo médio de atraso	% cenários	Comprimento médio de filas	% cenários	% global situações
1	3	50%	4	67%	58%
2	0	0%	0	0%	0%
3	1	17%	2	33%	25%
4	0	0%	0	0%	0%
5	1	17%	1	17%	17%
6	6	100%	6	100%	100%
7	0	0%	0	0%	0%
8	6	100%	5	83%	92%
9	1	17%	2	33%	25%
10	0	0%	0	0%	0%
11	3	50%	3	50%	50%
12	5	83%	5	83%	83%
13	6	100%	5	83%	92%
14	0	0%	1	17%	8%
15	0	0%	0	0%	0%
16	1	17%	1	17%	17%
17	1	17%	2	33%	25%
18	0	0%	1	17%	8%
19	0	0%	1	17%	8%
20	0	0%	1	17%	8%
21	0	0%	0	0%	0%
22	0	0%	0	0%	0%
23	5	83%	5	83%	83%
24	0	0%	1	17%	8%

Na Figura 5-12 e Figura 5-13 são apresentados os resultados das variações dos parâmetros com relação às medidas de desempenho para os 06 cenários e 12 situações consideradas no processo de simulação.

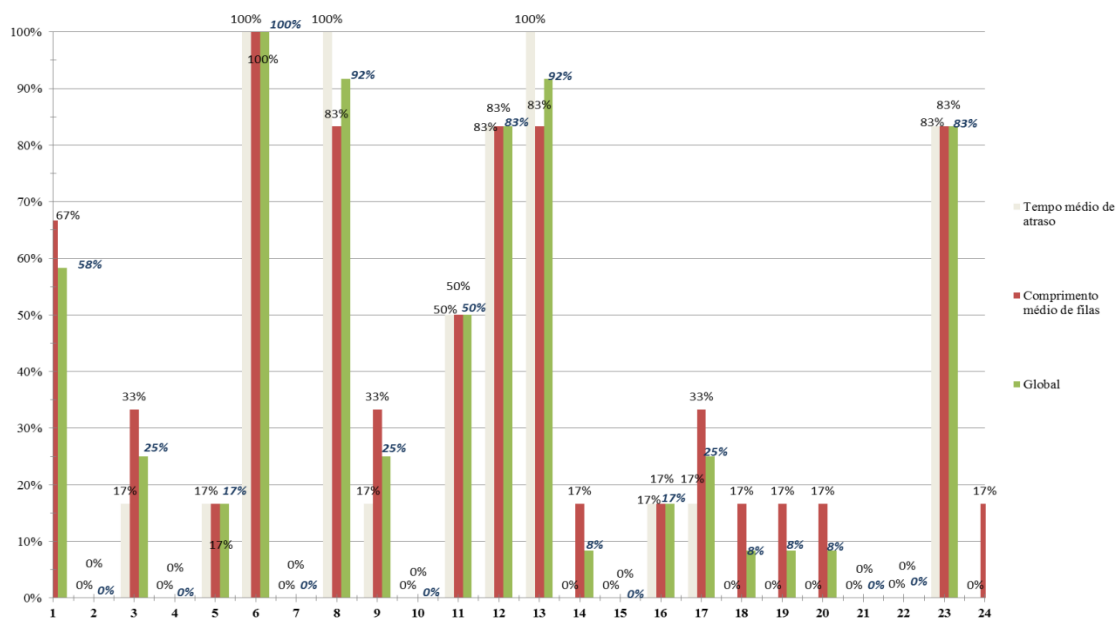


Figura 5-12: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas

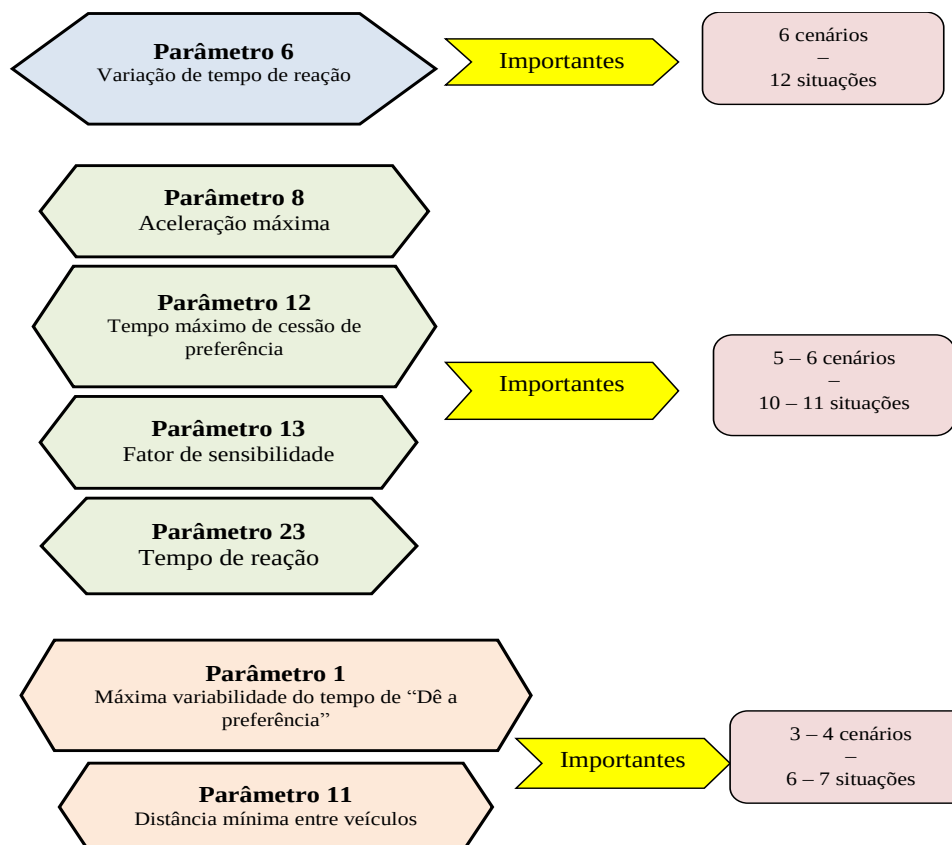


Figura 5-13: Conjuntos de parâmetros importantes na variação de medidas de desempenho para os cenários sem semáforo

5.8.2.2 - Controle com semáforo

Na Tabela 5-21 podem ser identificados três conjuntos de parâmetros importantes para os cenários controlados por semáforos, para a medida de desempenho “Tempo médio de atraso”. O Conjunto 1 é formado por: Parâmetro 6 “Variação tempo de reação”, Parâmetro 8 “Aceleração máxima”, e o Parâmetro 13 “Fator de sensibilidade” presentes em todos os cenários. Existe um segundo conjunto de parâmetros importantes, o Conjunto 2, com o Parâmetro 23 “Tempo de reação na rede”, importante para cinco cenários. E o Conjunto 3 com: o Parâmetro 10 “Desaceleração máxima”, e o Parâmetro 11 “Distância mínima entre veículos” presentes em quatro e três cenários, respectivamente.

Analisando-se o Conjunto 3, pode-se observar que a variação do Parâmetro 10 está relacionada diretamente com a geometria da rede. Para redes com segmentos mais curtos o parâmetro não apresenta significância com relação aos “Tempos médios de atraso”, tornando-se importante quando os comprimentos são aumentados. A variação do Parâmetro 11 está relacionada diretamente com a variação do volume de tráfego. Nos cenários com volumes menores este parâmetro não tem significância, mas quando os volumes têm seu valor aumentado o parâmetro torna-se importante com respeito ao “Tempo médio de atraso”.

Também, pode ser identificado um conjunto de parâmetros considerados sem importância nos processos de simulação para a medida de desempenho “Tempo médio de atraso”, por que a variação do valor destes parâmetros não produz variação significativa dos resultados da referida medida. Este conjunto é formado pelos parâmetros: 2, 3, 4, e 7.

Tabela 5-21: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Tempo médio de atraso" (Com semáforo)

Parâmetro	Interseção Isolada		Rede 121		Rede 131		cenários onde o parâmetro é importante
	Cenário 2	Cenário 4	Cenário 6	Cenário 8	Cenário 10	Cenário 12	
1	S	S	N	S	S	S	1
2	S	S	S	S	S	S	0
3	S	S	S	S	S	S	0
4	S	S	S	S	S	S	0
5	N	S	S	S	S	S	1
6	N	N	N	N	N	N	6
7	S	S	S	S	S	S	0
8	N	N	N	N	N	N	6
9	S	N	N	S	S	S	2
10	N	N	S	S	N	N	4
11	S	N	S	N	S	N	3
12	S	N	N	S	S	S	2
13	N	N	N	N	N	N	6
14	S	N	N	S	S	S	2
15	S	N	N	S	S	S	2
16	S	N	S	S	S	N	2
17	S	N	S	S	S	N	2
18	S	N	S	S	S	S	1
19	S	N	N	S	S	S	2
20	S	N	S	S	S	S	1
21	S	N	S	S	S	S	1
22	S	N	S	S	S	S	1
23	N	S	N	N	N	N	5
24	S	N	N	S	S	S	2

Legenda:

S = médias iguais (parâmetro não é importante)

N = médias não iguais (parâmetro é importante)

Na Tabela 5-22 são identificados três conjuntos de parâmetros importantes para os cenários controlados por semáforos para a medida de desempenho “Comprimento médio de filas”. O Conjunto 1, formado por: Parâmetro 6 “Variação tempo de reação”, Parâmetro 8 “Aceleração máxima”, Parâmetro 13 “Fator de sensibilidade”, e 23 “Tempo de reação na rede” presentes em todos os cenários. Existe um segundo conjunto de parâmetros importantes, o Conjunto 2, contendo o Parâmetro 10 “Desaceleração máxima” e o Parâmetro 11 “Distância mínima entre veículos”, importantes para cinco cenários. E, finalmente, o Conjunto 3, com os parâmetros: 1, 9, 12, 14, 15, 16, 19, 22, e 24.

Verifica-se, ainda, que não existem parâmetros sem importância nos resultados dos cenários avaliados com base na medida de desempenho “Comprimento médio de filas”. Isto é, pode-se afirmar que a presença de semáforos como forma de controle influi sobre a variação dos parâmetros que afetam significativamente o valor do “Comprimento médio de filas” em diferentes níveis de importância.

Tabela 5-22: Número de cenários onde o parâmetro é significativamente importante para a medida de desempenho "Comprimento médio de filas" (Com semáforo)

Parâmetro	Interseção Isolada		Rede 121		Rede 131		cenários onde o parâmetro é importante
	Cenário 2	Cenário 4	Cenário 6	Cenário 8	Cenário 10	Cenário 12	
1	N	S	N	S	S	N	3
2	S	S	N	S	S	S	1
3	N	S	N	S	S	S	2
4	N	S	S	S	S	S	1
5	N	S	S	S	S	S	1
6	N	N	N	N	N	N	6
7	N	S	S	S	S	S	1
8	N	N	N	N	N	N	6
9	N	N	N	S	S	S	3
10	N	N	N	S	N	N	5
11	N	N	N	N	S	N	5
12	N	N	N	S	S	S	3
13	N	N	N	N	N	N	6
14	N	N	N	S	S	S	3
15	N	N	N	S	S	S	3
16	N	N	N	S	S	S	3
17	N	N	S	S	S	S	2
18	N	N	S	S	S	S	2
19	N	N	N	S	S	S	3
20	N	N	S	S	S	S	2
21	N	N	S	S	S	S	2
22	N	N	N	S	S	S	3
23	N	N	N	N	N	N	6
24	N	N	N	S	S	S	3

Legenda:

S = médias iguais (parâmetro não é importante)

N = médias não iguais (parâmetro é importante)

Na Tabela 5-23 identifica-se também três conjuntos de parâmetros importantes. O Conjunto 1, formado pelos Parâmetros 6, 8 e 13, importantes em todos os cenários. O Conjunto 2, do qual fazem parte os Parâmetros 10 e 23, importantes em 75% e 92% das

situações analisadas, respectivamente; e o Conjunto 3 que inclui somente o Parâmetro 11, importante em 67% das situações consideradas.

Também pode ser destacado um conjunto de parâmetros que tem menor importância sobre os resultados das variações das medidas de desempenho estudadas, que são: Parâmetro 2 “Distância Zona 1”, Parâmetro 4 “Distância faixa de aceleração (*on ramp*)” e Parâmetro 7 “Velocidade máxima desejada” com uma importância em 8% das situações consideradas. Para a medida de desempenho “Tempo médio de atraso”, estes parâmetros não tem importância nenhuma; para a medida de desempenho “Comprimento médio de filas” estes parâmetros tem uma importância mínima. Por esta razão, podem ser considerados como não importantes para os processos de calibração em situações de cenários controlados por semáforos.

Tabela 5-23: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas para cenários com semáforos

Parâmetro	Tempo médio de atraso	% cenários	Comprimento médio de filas	% cenários	% global situações
1	1	17%	3	50%	33%
2	0	0%	1	17%	8%
3	0	0%	2	33%	17%
4	0	0%	1	17%	8%
5	1	17%	1	17%	17%
6	6	100%	6	100%	100%
7	0	0%	1	17%	8%
8	6	100%	6	100%	100%
9	2	33%	3	50%	42%
10	4	67%	5	83%	75%
11	3	50%	5	83%	67%
12	2	33%	3	50%	42%
13	6	100%	6	100%	100%
14	2	33%	3	50%	42%
15	2	33%	3	50%	42%
16	2	33%	3	50%	42%
17	2	33%	2	33%	33%
18	1	17%	2	33%	25%
19	2	33%	3	50%	42%
20	1	17%	2	33%	25%
21	1	17%	2	33%	25%
22	1	17%	3	50%	33%
23	5	83%	6	100%	92%
24	2	33%	3	50%	42%

Na Figura 5-14 são apresentados os parâmetros importantes por medida de desempenho e global para as situações consideradas onde o controle do tráfego nas interseções é feito com o uso de semáforos.

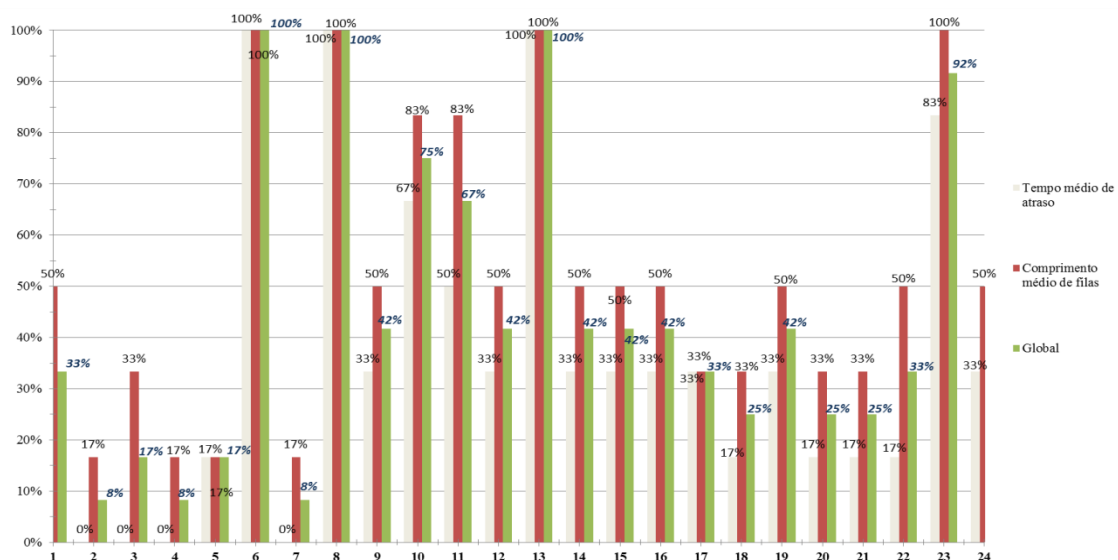


Figura 5-14: Resumo de parâmetros significativamente importantes em função do número de cenários e situações analisadas

A Figura 5-15 apresenta os conjuntos de parâmetros importante referentes às duas medidas de desempenho estudadas para situações de cenários controlados por semáforos.

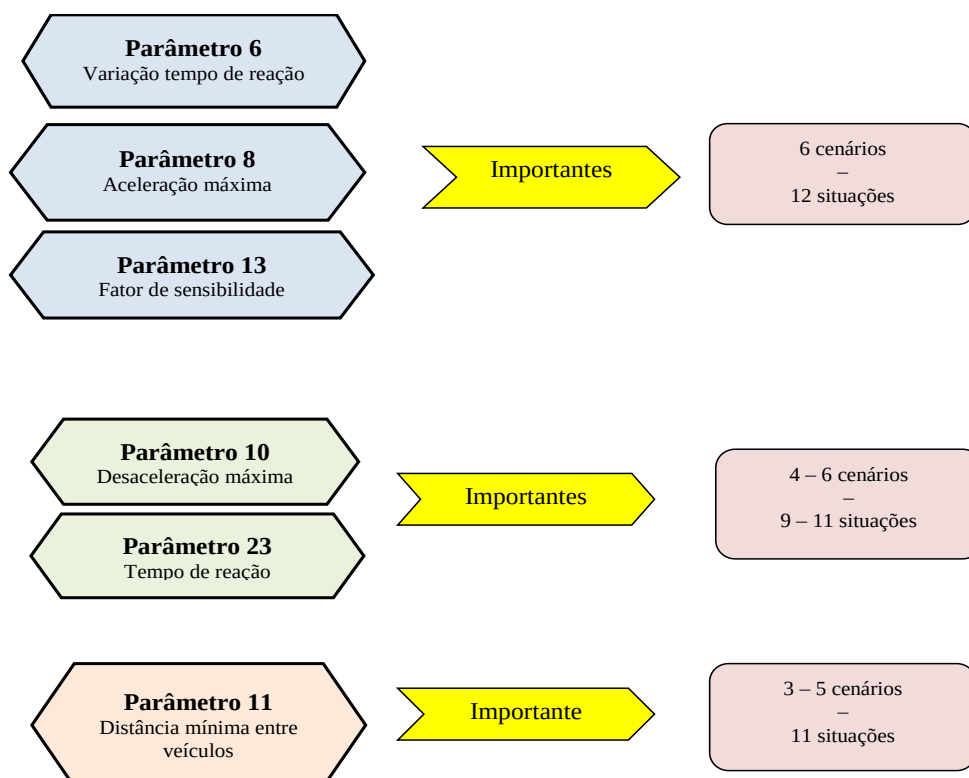


Figura 5-15: Conjuntos de parâmetros importantes para cenários controlados por semáforos

5.8.3 - Análise por nível de volume

Nesta seção são feitas duas análises. Uma primeira análise leva em conta o impacto da variação do volume sobre a importância dos parâmetros para o processo de calibração quando o tipo de controle da via é realizado por placas com o sinal PARE, condição denominada sem semáforo, e a segunda análise, também para a variação de volume de tráfego, considera o controle de tráfego com semáforos.

Na Figura 5-16 apresenta-se a lógica da realização da análise da variação da importância dos parâmetros para o processo de calibração quando ocorrem mudanças nos volumes de tráfego para diferentes tipos de controle de tráfego. Esta lógica é aplicada em separado para cada uma das condições de geometria estudadas (interseção isolada, Rede 121 e Rede 131).

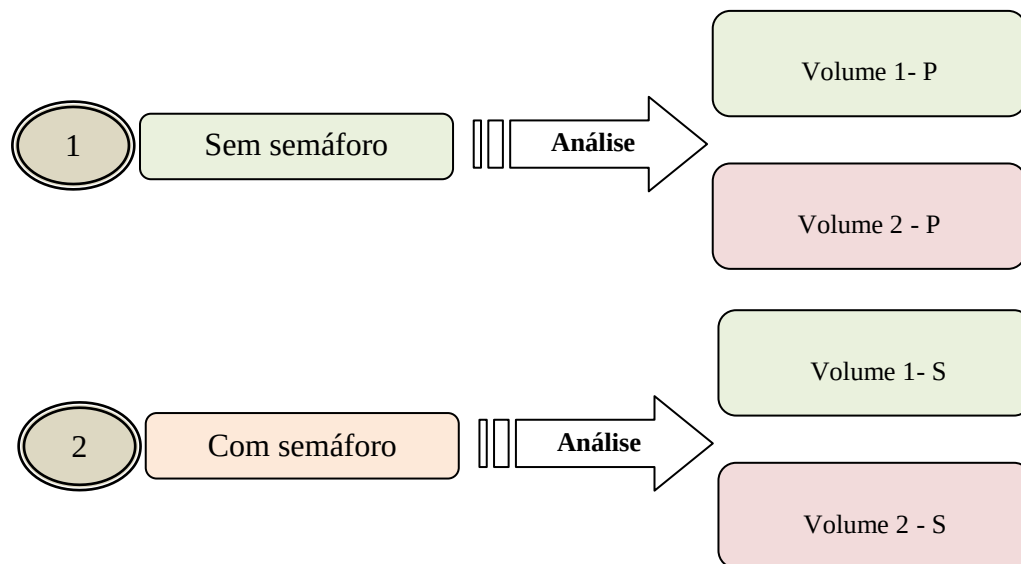


Figura 5-16: Análise de variação da importância dos parâmetros em função do tipo de controle de tráfego e do volume.

5.8.3.1 - Interseção Isolada

Foi feita uma análise das diferenças em termos dos parâmetros importantes para o processo de calibração devido a variações de volume para a interseção controlada por placas de sinal PARE, denominada sem semáforo, e controlada por semáforos.

Na Tabela 5-24, que apresenta a variação das significâncias dos parâmetros na interseção isolada para a medida de desempenho “Tempo médio de atraso”, observa-se que a variação de volumes para a interseção isolada controlada por placas PARE, não apresenta impacto importante. Diferente é quando a interseção é controlada por semáforos. A variação de volumes para este tipo de controle de tráfego leva à alteração de elevado número de parâmetros com importância significativa para o processo de calibração. Destaca-se que o volume do Cenário 1 é maior do que o do Cenário 3, e que o volume do Cenário 4 é maior do que o volume do Cenário 2. Ou seja, no caso do controle com semáforo, o aumento de volume aumenta o número de parâmetros importantes para o processo de calibração quando a medida de desempenho “Tempo médio de atraso” é considerada.

Tabela 5-24: Variação do número de parâmetros com impacto significativo para a Interseção Isolada para “Tempo médio de atraso”

Parâmetro	Tempo médio de atraso					
	Sem semáforo			Com semáforo		
	Cenário 1	Cenário 3	diferença em importância	Cenário 2	Cenário 4	diferença em importância
1	S	N	X	S	S	-
2	S	S	-	S	S	-
3	S	S	-	S	S	-
4	S	S	-	S	S	-
5	N	S	X	N	S	X
6	N	N	-	N	N	-
7	S	S	-	S	S	-
8	N	N	-	N	N	-
9	S	S	-	S	N	X
10	S	S	-	N	N	-
11	S	S	-	S	N	X
12	N	N	-	S	N	X
13	N	N	-	N	N	-
14	S	S	-	S	N	X
15	S	S	-	S	N	X
16	S	S	-	S	N	X
17	S	S	-	S	N	X
18	S	S	-	S	N	X
19	S	S	-	S	N	X
20	S	S	-	S	N	X
21	S	S	-	S	N	X
22	S	S	-	S	N	X
23	N	N	-	N	S	X
24	S	S	-	S	N	X
total			2	15		

Legenda:

- X = existe diferença
- = não existe diferença
- N = médias não iguais
- S = médias iguais

Para a medida de desempenho “Comprimento médio de filas”, o impacto da variação do volume para os dois tipos de controle é inverso. Isto é, a variação do volume afeta muito mais o número de parâmetros importantes para a calibração quando o controle da interseção é feito com o sinal PARE do que no caso do controle com semáforo. Ocorreram variações na importância de cinco parâmetros para o controle semaforico, enquanto para o controle por placas de sinal PARE foram 12 os parâmetros afetados pela mudança do volume sobre o “Comprimento médio de filas”. Na Tabela 5-25 podem ser observadas estas variações.

Tabela 5-25: Variação do número de parâmetros com impacto significativo para a Interseção Isolada para “Comprimento médio de filas”

Parâmetro	Comprimento médio de filas					
	Sem semáforo			Com semáforo		
	Cenário 1	Cenário 3	diferença em importância	Cenário 2	Cenário 4	diferença em importância
1	N	N	-	N	S	X
2	S	S	-	S	S	-
3	N	S	X	N	S	X
4	S	S	-	N	S	X
5	N	S	X	N	S	X
6	N	N	-	N	N	-
7	S	S	-	N	S	X
8	N	S	X	N	N	-
9	N	S	X	N	N	-
10	S	S	-	N	N	-
11	N	S	X	N	N	-
12	N	N	-	N	N	-
13	N	S	X	N	N	-
14	N	S	X	N	N	-
15	S	S	-	N	N	-
16	S	S	-	N	N	-
17	N	S	X	N	N	-
18	N	S	X	N	N	-
19	N	S	X	N	N	-
20	N	S	X	N	N	-
21	S	S	-	N	N	-
22	S	S	-	N	N	-
23	N	N	-	N	N	-
24	N	S	X	N	N	-
total			12	5		

Legenda:

- X = existe diferença
- = não existe diferença
- N = médias não iguais
- S = médias iguais

A Tabela 5-26 resume claramente que, segundo o tipo de medida de desempenho a ser analisada e o tipo de controle do tráfego na interseção, as variações nos volumes de tráfego simulados afetarão a identificação dos parâmetros importantes para o processo de calibração. Se a medida for o “Tempo médio de atraso”, um incremento de volume na interseção produzirá um número considerável de parâmetros importantes a serem calibrados se o tipo de controle de tráfego for semáforos. Para a medida de desempenho “Comprimento médio de filas”, ocorre o contrário, sendo observada maior variação entre o número de parâmetros importantes para calibração quando o volume varia em cenário que é controlado por placas PARE. Também neste caso, a situação com maior volume apresenta um número maior de parâmetros importantes para a calibração.

Tabela 5-26: Resumo das variações do número de parâmetros com impacto significativo para a Interseção Isolada em função da alteração do volume de tráfego

Parâmetro	Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	X	-	-	X
2	-	-	-	-
3	-	-	X	X
4	-	-	-	X
5	X	X	X	X
6	-	-	-	-
7	-	-	-	X
8	-	-	X	-
9	-	X	X	-
10	-	-	-	-
11	-	X	X	-
12	-	X	-	-
13	-	-	X	-
14	-	X	X	-
15	-	X	-	-
16	-	X	-	-
17	-	X	X	-
18	-	X	X	-
19	-	X	X	-
20	-	X	X	-
21	-	X	-	-
22	-	X	-	-
23	-	X	-	-
24	-	X	X	-
totais	2	15	12	5

5.8.3.2 - Redes arteriais

Para as duas redes arteriais estudadas, Rede 121 e Rede 131, foram feitas análises para as duas medidas de desempenho “Tempo médio de atraso” e “Comprimento médio de filas”.

Na Tabela 5-27 pode-se observar o número de parâmetros que apresentam diferenças na importância para a calibração da Rede 121 para as situações sem semáforo e com semáforo para a medida de desempenho “Tempo médio de atraso”. A variação de volume para estas situações define seis mudanças de importância de parâmetros para a rede controlada por placas PARE, e oito para a rede controlada por semáforos.

Tabela 5-27: Variação das significâncias dos parâmetros na Rede 121 para “Tempo médio de atraso”

Parâmetro	Tempo médio de atraso					
	Sem semáforo			Com semáforo		
	Cenário 5	Cenário 7	diferença em importância	Cenário 6	Cenário 8	diferença em importância
1	S	N	X	N	S	X
2	S	S	-	S	S	-
3	S	N	X	S	S	-
4	S	S	-	S	S	-
5	S	S	-	S	S	-
6	N	N	-	N	N	-
7	S	S	-	S	S	-
8	N	N	-	N	N	-
9	N	S	-	N	S	X
10	S	S	-	S	S	-
11	N	S	X	S	N	X
12	S	N	X	N	S	X
13	N	N	-	N	N	-
14	S	S	-	N	S	X
15	S	S	-	N	S	X
16	S	N	X	S	S	-
17	S	N	X	S	S	-
18	S	S	-	S	S	-
19	S	S	-	N	S	X
20	S	S	-	S	S	-
21	S	S	-	S	S	-
22	S	S	-	S	S	-
23	N	N	-	N	N	-
24	S	S	-	N	S	X
total			6	8		

Legenda:

- X = existe diferença
- = não existe diferença
- N = médias não iguais
- S = médias iguais

Na Tabela 5-28 apresenta-se a variação da importância dos parâmetros da Rede 121 para a medida de desempenho “Comprimento médio de filas”. Observa-se que para situações de controle pelo sinal PARE, a variação de volume na rede identifica seis parâmetros que apresentam diferenças na sua importância. No entanto, se for alterado o tipo de controle para a mesma variação dos volumes, o número de parâmetros com importância afetada duplica em valor, sendo a maioria deles correspondentes às características do veículo.

Tabela 5-28: Variação das significâncias dos parâmetros na Rede 121 para “Comprimento médio de filas”

Parâmetro	Comprimento médio de filas					
	Sem semáforo			Com semáforo		
	Cenário 5	Cenário 7	diferença em importância	Cenário 6	Cenário 8	diferença em importância
1	S	N	X	N	S	X
2	S	S	-	N	S	X
3	S	N	X	N	S	X
4	S	S	-	S	S	-
5	S	S	-	S	S	-
6	N	N	-	N	N	-
7	S	S	-	S	S	-
8	N	N	-	N	N	-
9	N	S	X	N	S	X
10	S	S	-	N	S	X
11	S	S	-	N	N	-
12	S	N	X	N	S	X
13	N	N	-	N	N	-
14	S	S	-	N	S	X
15	S	S	-	N	S	X
16	S	N	X	N	S	X
17	S	N	X	S	S	-
18	S	S	-	S	S	-
19	S	S	-	N	S	X
20	S	S	-	S	S	-
21	S	S	-	S	S	-
22	S	S	-	N	S	X
23	N	N	-	N	N	-
24	S	S	-	N	S	X
	total		6	12		

Legenda:

- X = existe diferença
- = não existe diferença
- N = médias não iguais
- S = médias iguais

Na Tabela 5-29 é apresentado o resumo da variação da importância dos parâmetros da Rede 121 para as medidas de desempenho “Tempo médio de atraso” e “Comprimento

médio de filas”. Para redes com este tipo de características o incremento de volume de tráfego segundo o tipo de controle de tráfego condiciona a identificação de parâmetros candidatos a serem eleitos como importantes para a calibração.

Tabela 5-29: Resumo das variações da importância dos parâmetros para a Rede 121

Parâmetro	Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	X	X	X	X
2	-	-	-	X
3	X	-	X	X
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	X	X	X
10	-	-	-	X
11	X	X	-	-
12	X	X	X	X
13	-	-	-	-
14	-	X	-	X
15	-	X	-	X
16	X	-	X	X
17	X	-	X	-
18	-	-	-	-
19	-	X	-	X
20	-	-	-	-
21	-	-	-	-
22	-	-	-	X
23	-	-	-	-
24	-	X	-	X
totais	6	8	6	12

Na Tabela 5-30 observa-se o número de parâmetros que apresentam diferenças para as situações sem semáforo e com semáforo para a medida de desempenho “Tempo médio de atraso”, no caso da Rede 131. A variação de volume para esta rede define duas variações de importância de parâmetros para quando a rede é controlada por placas PARE, e três quando a rede é controlada por semáforos.

Tabela 5-30: Variação da importância dos parâmetros na Rede 131 para “Tempo médio de atraso”

Parâmetro	Tempo médio de atraso					
	Sem semáforo			Com semáforo		
	Cenário 9	Cenário 11	diferença em importância	Cenário 10	Cenário 12	diferença em importância
1	S	N	X	S	S	-
2	S	S	-	S	S	-
3	S	S	-	S	S	-
4	S	S	-	S	S	-
5	S	S	-	S	S	-
6	N	N	-	N	N	-
7	S	S	-	S	S	-
8	N	N	-	N	N	-
9	S	S	-	S	S	-
10	S	S	-	N	N	-
11	N	N	-	S	N	X
12	N	N	-	S	S	-
13	N	N	-	N	N	-
14	S	S	-	S	S	-
15	S	S	-	S	S	-
16	S	S	-	S	N	X
17	S	S	-	S	N	X
18	S	S	-	S	S	-
19	S	S	-	S	S	-
20	S	S	-	S	S	-
21	S	S	-	S	S	-
22	S	S	-	S	S	-
23	S	N	X	N	N	-
24	S	S	-	S	S	-
total			2	3		

Legenda:

- X = existe diferença
- = não existe diferença
- N = médias não iguais
- S = médias iguais

Na Tabela 5-31, também para a Rede 131, observa-se o número de parâmetros que apresentam diferenças na importância para o processo de calibração para as situações sem semáforo e com semáforo para a medida de desempenho “Comprimento médio de filas”.

Para a variação de volume na situação da rede sob os dois tipos de controle, a variação de volume não tem muito impacto na identificação de parâmetros que apresentam diferença em importância.

Tabela 5-31: Variação da importância dos parâmetros na Rede 131 para “Comprimento médio de filas”

Parâmetro	Comprimento médio de filas					
	Sem semáforo			Com semáforo		
	Cenário 9	Cenário 11	diferença em importância	Cenário 10	Cenário 12	diferença em importância
1	S	N	X	S	N	X
2	S	S	-	S	S	-
3	S	S	-	S	S	-
4	S	S	-	S	S	-
5	S	S	-	S	S	-
6	N	N	-	N	N	-
7	S	S	-	S	S	-
8	N	N	-	N	N	-
9	S	S	-	S	S	-
10	S	S	-	N	N	-
11	N	N	-	S	N	X
12	N	N	-	S	S	-
13	N	N	-	N	N	-
14	S	S	-	S	S	-
15	S	S	-	S	S	-
16	S	S	-	S	S	-
17	S	S	-	S	S	-
18	S	S	-	S	S	-
19	S	S	-	S	S	-
20	S	S	-	S	S	-
21	S	S	-	S	S	-
22	S	S	-	S	S	-
23	S	N	X	N	N	-
24	S	S	-	S	S	-
total			2	2		

Legenda:

- X = existe diferença
- = não existe diferença
- N = médias não iguais
- S = médias iguais

Na Tabela 5-32 apresenta-se o resumo das variações das significâncias dos parâmetros na Rede 131 para as duas medidas de desempenho “Tempo médio de atraso” e “Comprimento médio de filas”. Observa-se que a variação de volume tanto para a rede controlada por placas PARE, como para a rede controlada por semáforos não tem muita influência sobre os parâmetros a escolher para calibração.

Tabela 5-32: Resumo das variações da importância dos parâmetros para a Rede 131

Parâmetro	Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	X	-	X	X
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	X	-	X
12	-	-	-	-
13	-	-	-	-
14	-	-	-	-
15	-	-	-	-
16	-	X	-	-
17	-	X	-	-
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-
21	-	-	-	-
22	-	-	-	-
23	X	-	X	-
24	-	-	-	-
totais	2	3	2	2

Na Tabela 5-33 apresenta-se o resumo geral da análise das variações da importância dos parâmetros para todos os cenários estudados. Observa-se que para cenários simples como a Interseção Isolada, o número de parâmetros que apresentam diferenças é considerável em relação aos outros cenários. Para o “Tempo médio de atraso”, as variações de volume e a presença de um semáforo afetam consideravelmente o número de parâmetros importantes para a calibração. Para o “Comprimento médio de filas”, o volume de tráfego e o controle da interseção mediante placas PARE aumenta o número de parâmetros que apresentam diferenças consideráveis com relação à importância para o processo de calibração.

Também se observa que o número de mudanças da importância de parâmetros para redes de trechos menores dificulta a escolha de parâmetros para calibração; para redes de trechos maiores esta mudança de importância dos parâmetros é menor.

Tabela 5-33: Resumo das variações da importância dos parâmetros para todos cenários estudados em função da variação do volume

Parâmetro	Interseção Isolada				Rede 121				Rede 131			
	Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas		Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas		Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
1	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X
2	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
3	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-
4	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
5	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
11	-	X	X	-	X	X	-	-	-	X	-	X
12	-	X	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-
13	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-
15	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
16	-	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-	-
17	-	X	X	-	X	-	X	-	-	X	-	-
18	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-
20	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
23	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-
24	-	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-
totais	2	15	12	5	6	8	6	12	2	3	2	2

Legenda:
X = existe diferença
- = não existe diferença

5.9 - TÓPICOS CONCLUSIVOS DO CAPÍTULO

- a) A aplicação do procedimento proposto no Capítulo 4 ao microssimulador Aimsun mostrou a viabilidade de sua aplicação na identificação dos principais parâmetros a serem considerados no processo de calibração do programa. O procedimento atingiu os objetivos propostos tendo sido identificados conjuntos de parâmetros importantes para a calibração nos 12 cenários simulados, levando em conta as medidas de desempenho selecionadas, que foram ‘Tempo médio de atraso’ e ‘Comprimento médio de filas’. Esta identificação em termos globais é resumida na Figura 5-17.

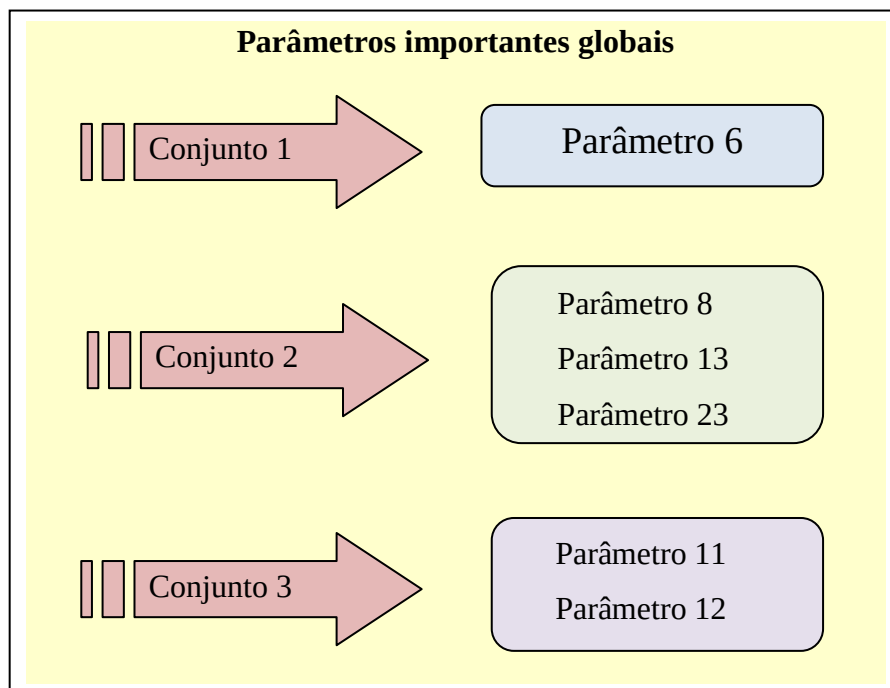


Figura 5-17: Conjunto de parâmetros importantes para os 12 cenários

- b) Conforme mostra a Figura 5-17, o Parâmetro 6 se destaca pela sua importância no processo de calibração, uma vez que sua variação afetou significativamente os resultados das duas medidas de desempenho para todos os cenários estudados. Outro aspecto relevante da análise efetuada, mostrado na Figura 5.18, é que além dos parâmetros considerados importantes em nível global, a consideração do tipo de controle leva a algumas diferenças nos parâmetros importantes para o processo de calibração. Analisados os cenários para os tipos de controle placas com o sinal placas PARE e semáforos, são identificados três grupos de parâmetros considerados importantes. Como se pode observar na Figura 5-18, quando se tem cenários controlados por placas PARE o número de parâmetros é maior para o Conjunto 2, assim também identifica-se um número considerável de parâmetros que não são significantes para estes cenários. Para cenários controlados por semáforos o número de parâmetros importantes sofre alguma variação na ordem de importância além de diminuir o número de parâmetros não influentes. Em resumo, em ordem de importância, foram identificados como importantes os Parâmetros 6, 8, 13, 23 e 11, e os Parâmetros 2, 4 e 7 foram observados como pouco influentes sobre os resultados da simulação.

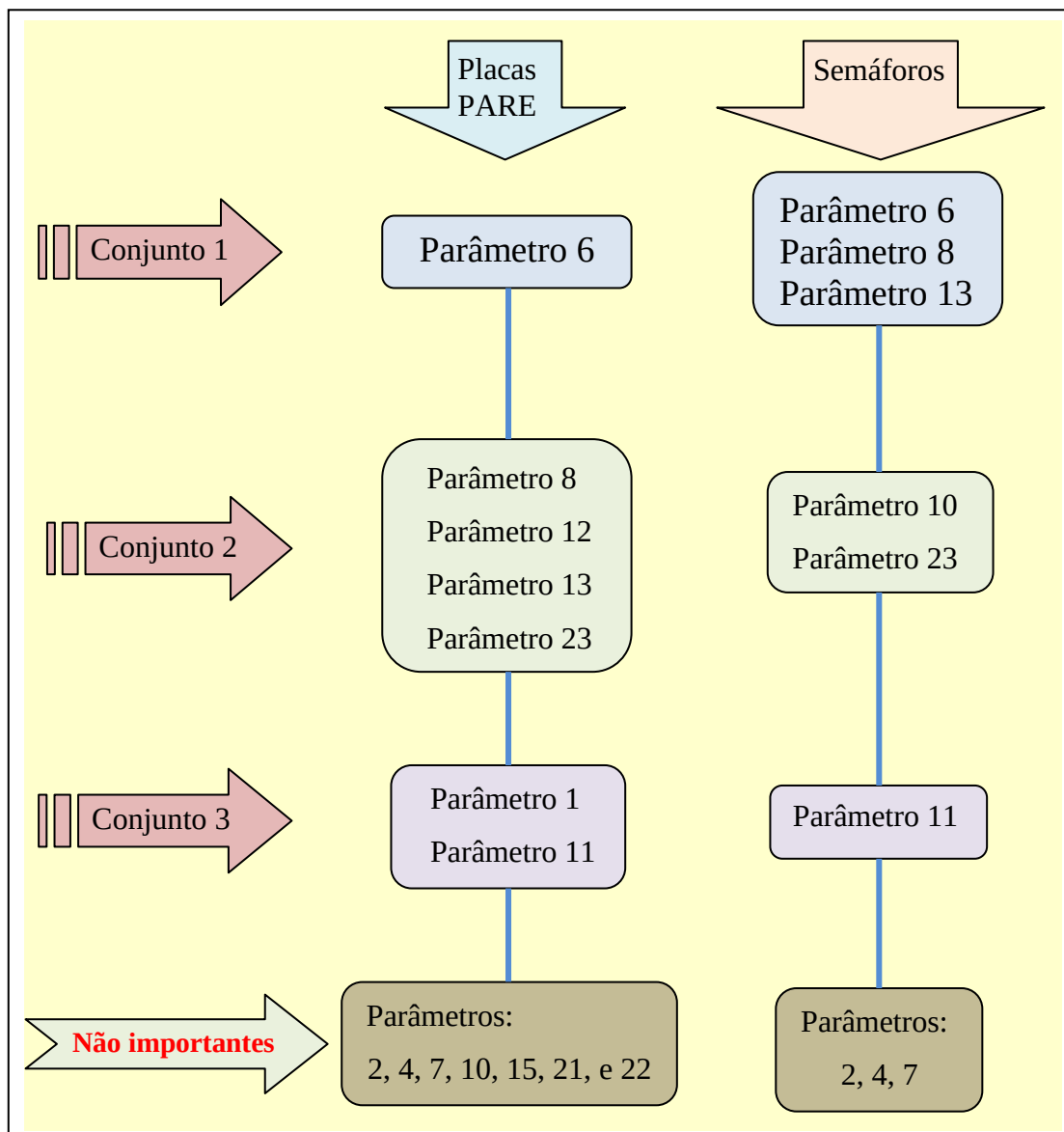
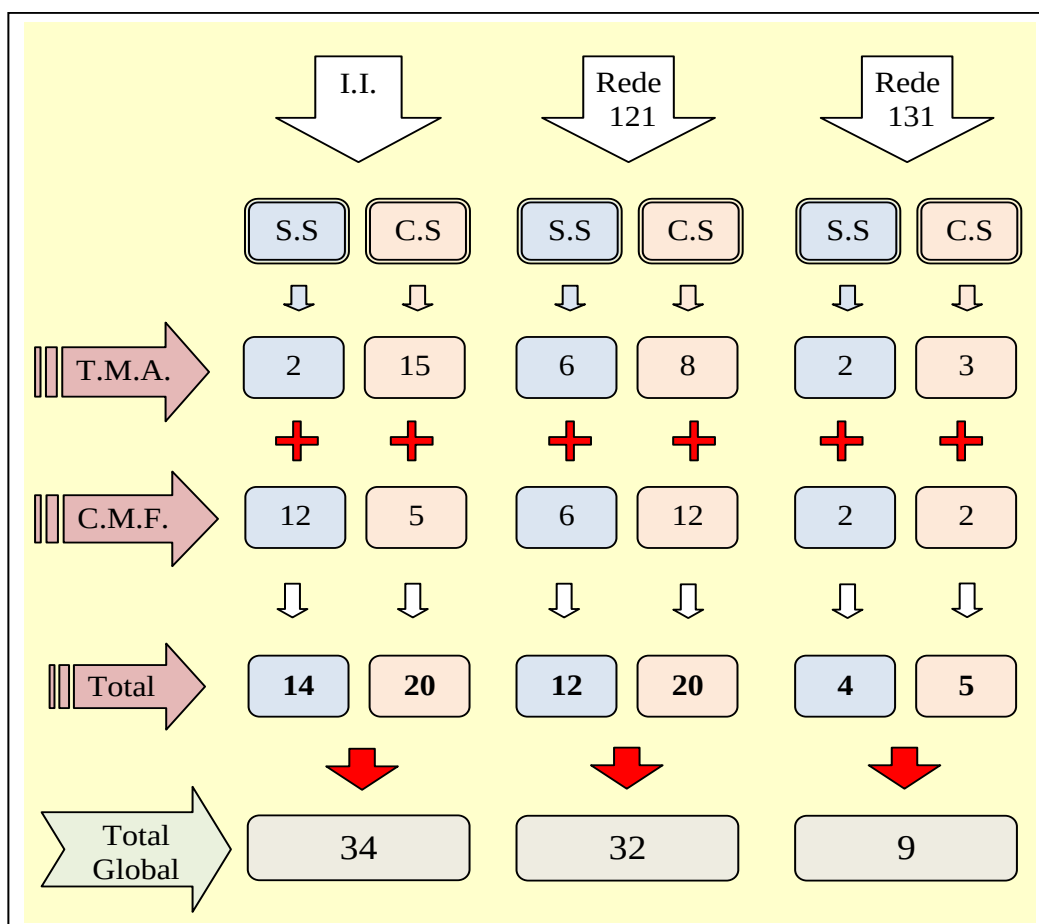


Figura 5-18: Conjunto de parâmetros importantes para cenários controlados por sinal de placas PARE e semáforos

- c) Outro aspecto importante revelado pelas análises efetuadas diz respeito ao impacto da variação dos volumes sobre a identificação dos parâmetros importantes para a calibração para um determinado tipo de geometria e controle. Além da identificação de três grupos de parâmetros importantes, foram observados outros parâmetros que apresentam diferenças na importância para o processo de calibração em função da variação de volume de tráfego e do tipo de controle de tráfego. Foi identificada uma quantidade maior de mudanças de importância para a Interseção Isolada e para a Rede 121. Na Rede 131 o número de parâmetros que apresentam

este tipo de mudança é menor, levando a conclusão de que uma maior distancia entre interseções produz menos variação do número de parâmetros importantes quando ocorre mudanças no volume e/ou no tipo de controle (ver Figura 5-19).



Legenda:
 I.I. = Interseção Isolada
 S.S. = Sem semáforo
 C.S. = Com semáforo
 T.M.A. = Tempo médio de atraso
 C.M.F. = Comprimento médio de filas

Figura 5-19: Síntese das mudanças observadas na importância dos parâmetros em função da variação do volume

- d) Finalmente, destaca-se que as análises realizadas mostraram que alguns dos 24 parâmetros estudados não têm relevância para o processo de calibração considerando-se os cenários estudados. São eles o Parâmetro 2, Parâmetro 4 e o Parâmetro 7. Não obstante, para as situações sem semáforo foram observados também como não relevantes para o processo de calibração os Parâmetros 10, 15, 21 e 22.

- e) Os parâmetros relevantes foram identificados com base na significância dos testes estatísticos. Não foram realizadas análises referentes ao efeito prático das diferenças obtidas para as medidas de desempenho.

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As ferramentas de simulação microscópicas comerciais, durante as ultimas décadas, foram sendo aperfeiçoadas permitindo a representação de situações de operação do tráfego em vias urbanas e rodovias com crescente nível de complexidade e gerando diferentes resultados para possibilitar vários tipos de estudos. Porém, para que estes *softwares* representem devidamente uma situação real, é necessário que os parâmetros dos seus modelos sejam devidamente calibrados.

A realização dessa calibração é um sério problema para os usuários dos microsimuladores de tráfego, especialmente quando o número de parâmetros a calibrar é grande. Diferentes pesquisadores desenvolveram procedimentos de calibração para diferentes cenários e tipos de microsimuladores de tráfego, sendo que alguns deles conseguiram resultados bons e outros não atingiram plenamente seus propósitos.

Fazendo uma análise dos trabalhos de alguns desses pesquisadores, se teve a motivação de propor um procedimento geral para identificar quais os parâmetros relacionados aos modelos e elementos de comportamento dos motoristas que afetam de forma destacada os resultados de uma simulação. O processo de calibração do microsimulador, então, consideraria somente esses parâmetros, levando a resultados da simulação com confiabilidade e adequada representação da realidade, de uma forma mais simples.

A hipótese da presente pesquisa foi, portanto, que existe um conjunto reduzido de parâmetros de cada simulador que, se devidamente calibrado, permite uma representação adequada da realidade a ser modelada com o programa, mesmo mantendo-se os valores *default* para todos os demais parâmetros. Para testar essa hipótese foi desenvolvido um procedimento para a identificação de parâmetros com importância destacada nos resultados da simulação produzidos por um microsimulador de tráfego, apresentado no Capítulo 4. A aplicação do referido procedimento ao microsimulador Aimsun permitiu confirmar esta hipótese.

O presente trabalho se propôs atingir os seguintes objetivos: (i) definir um procedimento para identificar os parâmetros de um simulador que têm um impacto maior nos resultados da simulação; (ii) Identificação dos parâmetros relacionados aos modelos de tráfego do

microsimulador Aimsun (modelos *car-following* e *lane-changing*) que afetam nos resultados de uma simulação de forma destacada; (iii) verificar se características diferenciadas da rede e do tráfego a ser modelado afetam a composição do conjunto de parâmetros relevantes para o processo de calibração. O objetivo (i) foi alcançado mediante o procedimento desenvolvido no Capítulo 4; os objetivos (ii) e (iii) também foram atingidos, conforme pode ser observado no Capítulo 5.

A seguir estão resumidos os principais resultados obtidos e apresentadas as conclusões gerais do trabalho, as limitações da pesquisa e recomendações para futuros trabalhos.

6.1 - PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

A revisão dos trabalhos referentes à calibração de simuladores microscópicos de tráfego na literatura apresentada no Capítulo 2 revelou que, em geral, os pesquisadores começam um processo de calibração com base na sua experiência e na revisão de outros trabalhos relacionados ao tipo de cenário que é estudado. Depois de identificados os parâmetros com maior potencial de afetar os resultados produzidos pelo simulador, realizam uma seleção dos parâmetros que são efetivamente importantes utilizando procedimentos estatísticos ou algoritmos genéticos. Na Tabela 6-1 apresenta-se um resumo do número de parâmetros identificados como potencialmente importantes e, posteriormente, como efetivamente importantes por tipo de cenário e microsimulador de tráfego, analisados mediante uma determinada técnica.

Tabela 6-1: Número de parâmetros analisados na literatura pesquisada

Estudo	Sobrenome/ano	Simulador utilizado	Quantidade de parâmetros potencialmente importantes	Quantidade de parâmetros efetivamente importantes	Técnica Utilizada	Cenário estudado
Development and Evaluation of a Procedure for the Calibration of Simulation Models	Pank e Qi,2005	VISSIM	8	2	AG	Interseção simple
Calibration Procedure for a Microscopic Traffic Simulation Model	Turley C.,2007	CORSIM	11	4	AG	13 milhas Rodovia
Calibration and Validation of TRANSIMS Microsimulator for a Urban Arterial Network	Pank e Kwak, 2010	TranSim	14	3	LHD	Rede arterial de 4 interseções semaforizadas
Método de calibração de modelos de micro-simulação de tráfego através de otimização multivariada	Araújo et al.,2003	DRÁCULA	5	-	OM	Rede arterial com duas interseções
Simplex Based Calibration of Traffic Micro-Simulation Models Using ITS data	Kim e Rilett ,2003	CORSIM	10	-	Algoritmo Simplex	23 km de rodovia
		TranSim	3	-		
A Multi-Parameter Sensitivity Analysis	Lownes e Machemehl, 2006	VISSIM	7	1	ANOVA	Interseção de duas rodovias
Calibration of Microsimulation Models for Nonlane-Based Heterogeneous Traffic at Signalized Intersections	Mathew e Radhakrishnan, 2010	VISSIM	14	1	AG	Rede arterial de 3 interseções semaforizadas
Calibration and Comparixon of the VISSIM and INTEGRATION Microscopic Traffic Simulation Models	Gao e Rakha, 2008	VISSIM/INTEGRATION	10	3	MLDD	Dois segmentos rodoviarios de 1 km, final do primeiro segmento é semaforizado
Calibration and Validation of Microscopic Traffic Flow Models	Brockfeld et al, 2004	CA0.1; SK_STAR; OVM; IDM; IDMM; Newell, GIPPLIKE; Aerde; FRITZSCHE;MitSim	15	-	Verbal (Algoritmo Simplex)	Uma rodovia (1,2 km de comprimento)
Microscopic Simulation Model Calibration and Validation	Park e Scheneberger, 2003	VISSIM	8	6	LHD	Rede arterial urbana com 12 interseções semaforizadas
Development of VISSIM Base Model for Northern Virginia (NOVA) Freeway System	Santhanam e Park, 2008	VISSIM	26	-	LHD	23,5 milhas Rede Rodoviaria
Análise de Sensibilidade do Modelo SimTraffic aos parâmetros de caracterização do Perfil dos Motoristas	Dalprá, 2011	SimTraffic	5	-	-	250 m de via arterial com duas interseções
A Practical Procedure for Calibrating Microscopic Traffic Simulation Models	Hourdakis et al, 2003	Aimsun	10	-	Algoritmo MINOS	Seções de rodovias

Legenda:

- AG = Algoritmos Genéticos
- LHD = *Latin Hypercube Design*
- OM = Otimização multivariada
- GHE = Variação método estatístico Chi-quadrado
- AS = Aproximação Estocástica
- MLDD = Macroscopic Loop Detector Data

Com o resumo dos parâmetros obtidos como importantes na literatura revisada no Capítulo 2 e a lógica de funcionamento do processo de simulação do *software* Aimsun apresentada no Capítulo 3, foram identificados 24 parâmetros relacionados com os modelos *car-following* e *lane-changing*, considerados influentes em uma simulação com esse programa. Os parâmetros identificados foram avaliados mediante testes estatísticos, seguindo o procedimento proposto no Capítulo 4, que busca definir um conjunto de parâmetros importantes para todas as simulações e outros para cenários com características particulares.

A aplicação do procedimento foi desenvolvida no Capítulo 5 para 12 cenários, sendo eles: uma interseção isolada com duas condições de controle (semafórico e placas com o sinal PARE), e duas redes arteriais com quatro interseções, cada uma delas com duas condições de controle. Para todos os cenários foram considerados dois níveis de volumes. Para alcançar os objetivos deste trabalho duas medidas de desempenho foram recomendadas o Tempo médio de atraso e o Comprimento médio de filas.

Foram identificados três conjuntos de parâmetros importantes para a calibração nos 12 cenários simulados, em termos globais e específicos por tipo de controle, para as medidas de desempenho selecionadas, que são apresentados na Figura 6-1. De acordo com esta figura, o Parâmetro 6 se destaca pela sua importância no processo de calibração para os 12 cenários estudados em todas as suas variações e condições. Este parâmetro é identificado como “Variação do tempo de reação” e indica a variação do atributo “Tempo de reação do veículo” em uma dada seção. Este parâmetro foi identificado como influente e precisa de atenção na hora de eleição dos parâmetros a serem calibrados. Um segundo conjunto com parâmetros importantes para 75% até 99% dos cenários estudados, denominado Conjunto 2 com o Parâmetro 8, o Parâmetro 13 e o Parâmetro 23. Estes parâmetros estão relacionados com as características do veículo e do veículo em relação com a rede. A Aceleração máxima, o Fator de sensibilidade e o Tempo de reação (na rede) são parâmetros diretamente relacionados à operação do tráfego em áreas urbanas. Eles estão relacionados com o comportamento do motorista devido à presença de sinalização, interseções, obstáculos e outros elementos que condicionam um fluxo interrompido.

O Conjunto 3, com o Parâmetro 11 e o Parâmetro 12, é importante em 50% até 74% dos cenários. O Tempo máximo de cessão de preferência (Parâmetro 12) importante para os

cenários com a presença das placas com o sinal PARE, perde relevância para situações de cenários controlados por semáforos.

Além dos parâmetros com importância destacada, foram encontrados outros parâmetros que não apresentam relevância para os cenários estudados. Foram eles o Parâmetro 2, o Parâmetro 4 e o Parâmetro 7 (Distância Zona 1, Distância faixa de aceleração e a Velocidade máxima desejada). Esta situação tem coerência com o comportamento dos veículos em áreas urbanas. Porém, não se duvida que sejam importantes para simulação de cenários em rodovias.

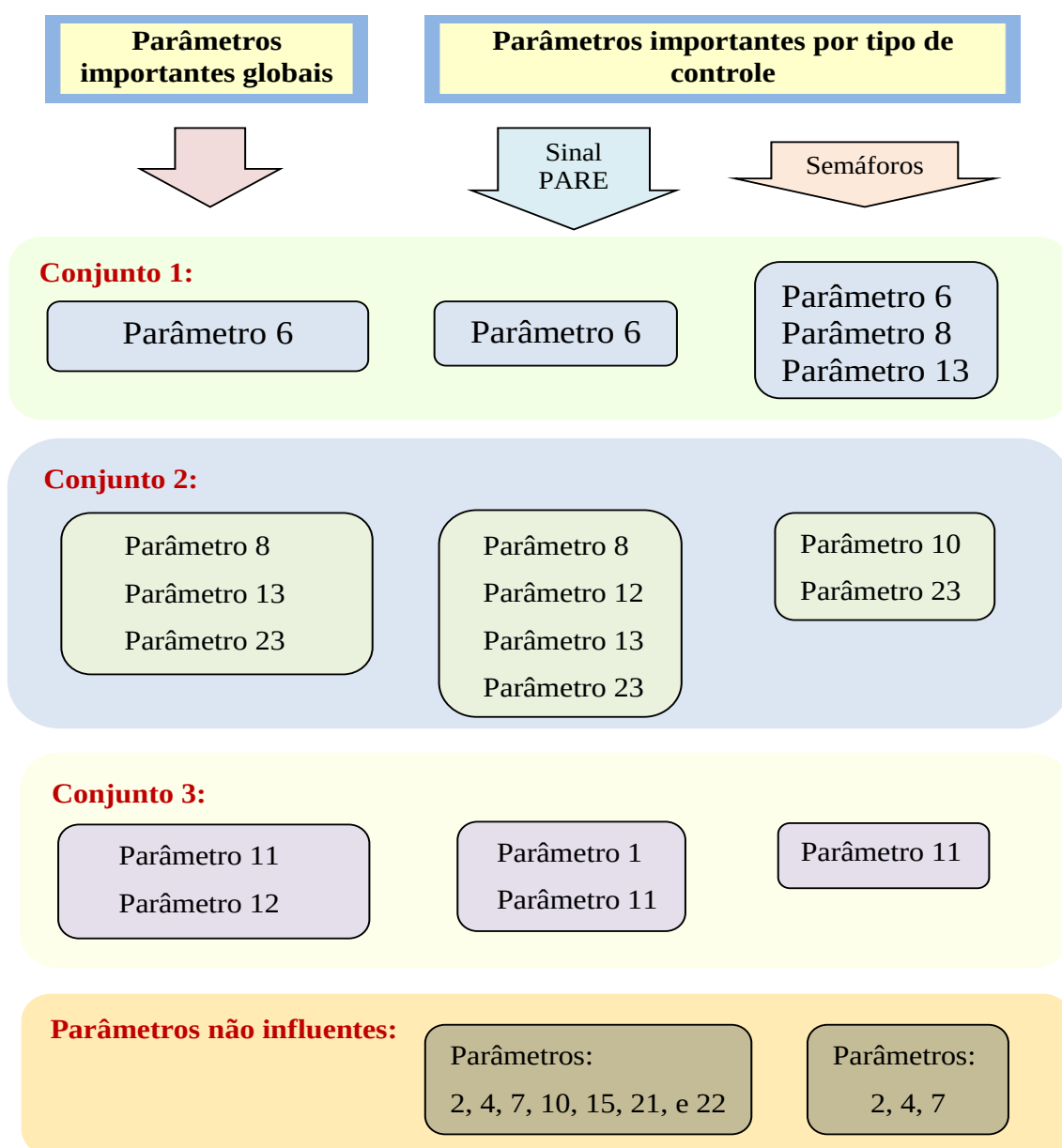


Figura 6-1: Resumo dos parâmetros importantes para os resultados da simulação

6.2 - CONCLUSÕES

O estudo mostrou que é possível identificar conjuntos de parâmetros importantes para o processo de calibração. Isto é, parâmetros cujas variações afetam significativamente os resultados produzidos pelo simulador para as medidas de desempenho da operação do tráfego.

Como mostra a Figura 6-1, situações caracterizadas pelo tipo de controle podem apresentar diferenças entre os parâmetros importantes para o processo de calibração. O Parâmetro 10, por exemplo, tem importância destacada para cenários controlados por semáforos, porque a presença de semáforos condiciona o comportamento dos condutores a respeito do controle de velocidades e acelerações na seção. Este mesmo parâmetro não se revelou importante para a calibração de cenários controlados pelo sinal PARE.

Outra conclusão importante do projeto é a identificação de outros parâmetros que apresentam diferenças na importância em função do volume de tráfego para cada tipo de controle de tráfego. Foi identificada neste sentido uma quantidade maior de parâmetros que variam de importância para as situações de Interseção Isolada e Rede 121 do que para a Rede 131. Como é apresentado na Figura 6-2, conclui-se que para cenários pequenos controlados por placas com o sinal PARE, existe um número considerável de parâmetros que apresentam diferença de importância em função do nível de volume simulado. Este número cresce quando as interseções são controladas por semáforos.

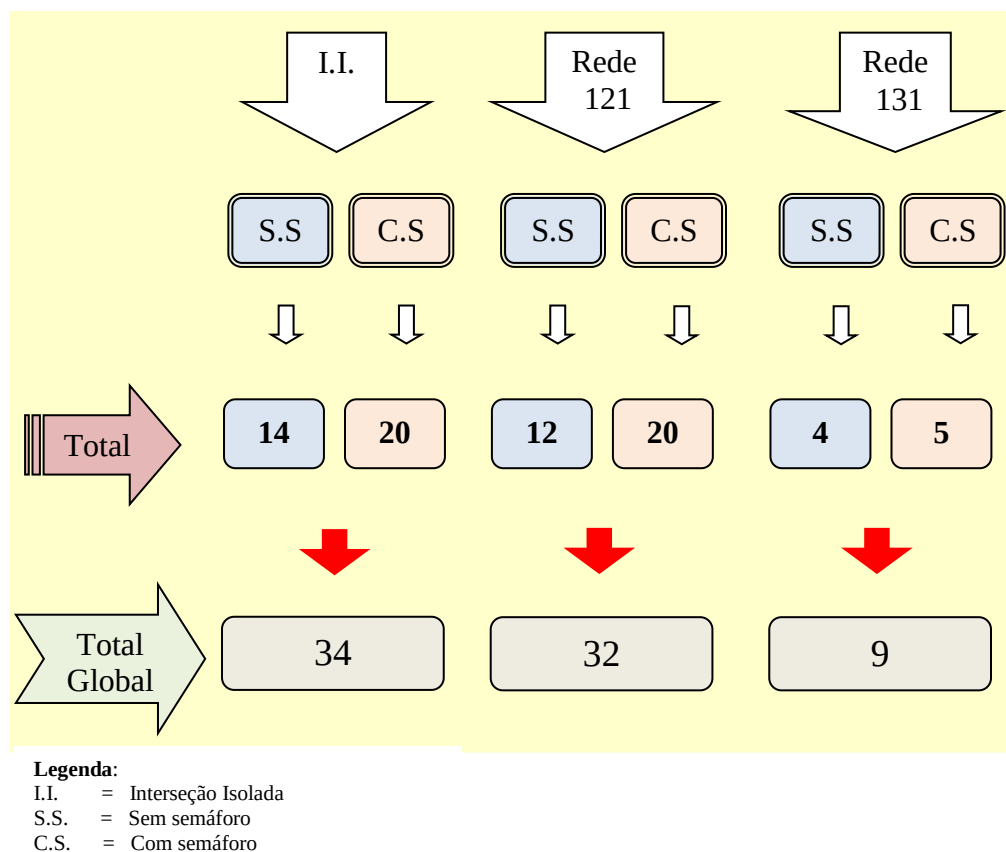


Figura 6-2: Número de parâmetros com variação de importância em função do volume

Para identificar a natureza dos tipos de parâmetros que apresentam variações quanto à importância para o processo de calibração em função do volume simulado, foi criada a Tabela 6-2. Por meio dela é possível concluir que os parâmetros que apresentam variações de importância para ambas as situações de tipo de controle (sinal PARE e semáforos), em função de diferentes níveis de volume, estão identificados no grupo dos relacionados com as características do veículo. São os parâmetros relacionados com as desacelerações do veículo, distâncias entre veículos, e parâmetros de ultrapassagem que segundo o tipo de controle e o volume de tráfego simulado se mostram importantes ou não.

Um segundo grupo de parâmetros também apresentou um número elevado de variações de importância em função do volume simulado. Este grupo contém parâmetros do experimento, como os relacionados com diferenças de velocidade e percentagens de ultrapassagem, que se tornam importantes para cada tipo de controle segundo o volume de tráfego simulado. Este número de parâmetros diminui quando o cenário a ser simulado sofre incremento no comprimento de algumas seções (que é o caso da Rede 131).

Tabela 6-2: Identificação da variação dos parâmetros identificados como importantes para o processo de calibração

Parâmetro	Interseção Isolada				Rede 121				Rede 131			
	Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas		Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas		Tempo médio de atraso		Comprimento médio de filas	
	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo	Sem semáforo	Com semáforo
Parâmetros da seção												
1	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X
2	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
3	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-
4	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
5	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
soma	2	1	2	4	2	1	2	3	1	0	1	1
Parâmetros do veículo												
7	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
11	-	X	X	-	X	X	-	-	-	X	-	X
12	-	X	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-
13	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-
15	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
16	-	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-	-
17	-	X	X	-	X	-	X	-	-	X	-	-
soma	0	7	6	1	4	5	4	6	0	3	0	1
Parâmetros do experimento												
18	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-
20	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
23	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-
24	-	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-
soma	0	7	4	0	0	2	0	3	1	0	1	0
totais	2	15	12	5	6	8	6	12	2	3	2	2
Legenda: X = existe diferença de importância em função do volume - = não existe diferença de importância em função do volume												

O trabalho permitiu verificar, também, que alguns parâmetros do simulador não afetam significativamente os resultados da simulação para nenhum dos cenários. Ou seja, a calibração desses parâmetros implica em um esforço desnecessário, e o usuário pode usar os seus valores *default* sem maiores implicações. Para os cenários estudados, foram obtidos o Parâmetro 2 (Distância Zona 1), o Parâmetro 4 (Distancia faixa de aceleração (*on ramp*)) e o Parâmetro 7 (Velocidade máxima desejada). A pouca relevância desses parâmetros para os cenários estudados pode ser justificada pelo fato de que as situações simuladas são em área urbana, onde foi obtido que os parâmetros mais importantes são os relacionados com o comportamento do condutor e com as velocidades.

Finalmente, os resultados obtidos mostraram que o processo de calibração deve ser iniciado por um estudo detalhado do microssimulador a ser utilizado e das características

do cenário a ser estudado. A partir desse conhecimento inicial, a aplicação do procedimento proposto no Capítulo 4 pode auxiliar na determinação de quais parâmetros devem ser objeto do processo de calibração, evitando assim esforços desnecessários nessa atividade.

Destaca-se que os parâmetros identificados como importantes para a calibração do Aimsun neste trabalho, não podem ser generalizados para cenários muito distintos daqueles que foram analisados.

6.3 - LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A principal limitação do presente trabalho diz respeito à utilização dos seus resultados para diferentes aplicações do microssimulador Aimsun. Isto se deve às seguintes simplificações adotadas na definição dos cenários estudados:

- a) Não foi considerada a presença de pedestres e de outros tipos de veículos além do carro nos cenários simulados. Em consequência não pode ser avaliada a influência dos pedestres e outros tipos de veículos, de forma isolada ou combinada, sobre a identificação dos parâmetros importantes para a calibração do Aimsun.
- b) Foram somente consideradas redes abertas, com um número pequeno de interseções, com todas elas sob o mesmo tipo de controle. Isto é, não foram contempladas redes maiores e malhas fechadas, com a adoção de diferentes tipos de controle para as interseções de uma mesma rede.
- c) Não foram investigadas as interrelações entre os parâmetros estudados. Isto é, a significância de cada parâmetro foi avaliada considerando-se os demais parâmetros com os respectivos valores *default*.

6.4 - RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados do presente trabalho, recomenda-se a continuação desta linha de pesquisa considerando as seguintes sugestões:

- a) Testar o procedimento proposto para outras situações a serem simuladas com o Aimsun, tais como: cenários com presença de pedestres e/ou ciclistas, ou ambos na

via, e com a presença de diferentes tipos de veículos; cenários com situações de geometria variada, incluindo redes fechadas e redes com um número maior de interseções; redes de tráfego (abertas e fechadas) com variação do tipo de controle de tráfego entre suas interseções.

- b)** Para os cenários já estudados e para os outros anteriormente referidos, avaliar o impacto de mudanças na composição do tráfego sobre a identificação dos parâmetros importantes para a calibração. Avaliar, também, o impacto da variação do fluxo de tráfego não motorizado.
- c)** Testar a eficácia do procedimento proposto para outros microssimuladores, para diferentes cenários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aimsun 6.1. (2010). Microsimulator and Mesosimulator. *Transport Simulation Systems – 1997 – 2010 TSS*.
- Andrade M., (2004). *Estudo para Aprimoramento da Operação de Controladores Semafóricos Fuzzy*. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM-012A/2004, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília,DF, 137p.
- Araújo D. R. C., Jacondino G. B. e Cybis H. B. B, (2003). Procedimento de calibração de modelos de microsimulação de tráfego através de otimização multivariada. In: XVII Congresso de ANPET, 2003, Rio de Janeiro. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2003, 2003. v. 1. p. 464-464.
- Brockfeld E., Kühne R. e Wagner P., (2003). Calibration and Validation of Microscopic Traffic Flow Models. *Transportation Research Board*. 83rd Annual Meeting. Washington, D.C., november, 2003, 14p.
- Dalprá G, (2011). *Análise de Sensibilidade do Modelo Simtraffic aos Parâmetros de Caracterização do Perfil dos Motoristas*. Trabalho de Diplomação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Civil. Porto Alegre, julho, 2011, 82p.
- DENATRAN, (1984). Manual de Semáforos. 2a Edição
- DRACULA 2.4 (2007). User Manual. Institute for Transport Studies, University of Leeds – 2007.
- Gao Y., (2008). *Calibration and Comparizon of the VISSIM and INTEGRATION Microscopic Traffic Simulation Models*. Thesis Master of Science. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia, setembro, 2008. 68p.
- Gao Y. e Rakha H., (2009). Chapter 4: *Comparison of VISSIM and INTEGRATION Software for Modeling a Signalized Approach*. Thesis of Master of Science. Calibration and Comparison of the VISSIM and INTEGRATION Microscopic Simulation Models. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksbourg, Virginia, september, 2008, 58p.
- Gipps, P. G. (1981). A Behavioural Car-following Model for Computer Simulation. *Transportation Research – B*, Vol. 15B(2), pp. 105-111.

- Gipps, P. G.(a) (1986). A model for the structure of lane-changing decisions. *Transportation Research B*, 20(5):403-414
- HCM, (2010). Highway Capacity Manual 2010. TRB Publication. Vol 1. 1650 p.
- Kim K. e Rilett L., (2003). Simplex Based Calibration of Traffic Micro-Simulation Models Using ITS data. *Transportation Research Board* 82nd Annual Meeting. Washington D.C. julho, 12, pp. 80-89.
- Lownes N., Machemehl R. B., (2006). VISSIM: A Multi-Parameter Sensitivity Analysis. Proceedings of the 2006. Winter Simulation Conference. Monterey, California, dezembro, 2006.
- Liu H., Yu Q., Ding W., Ni D., Wang H., Shannon S., (2005). Development and Evaluation of a Procedure for the Calibration of Simulation Models. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1934. Transportation Research Board of The National Academies, Washington D.C. 2005, pp. 208-217.
- Liu H., Yu Q., Ding W., Ni D., Wang H., Shannon S., (2011). Feasibility Study for Automatic Calibration of Transportation Simulation Models. UMass President's Office for Science and Technology Iniciative fund. San Diego CA. 20001, pp. 87-94.
- Mathew T., Radhakrishnan P., (2010). Calibration of Microsimulation Models for Nonlane-Based Heterogeneous Traffic at Signalized Intersections. *Journal of Urban Planning and Development*, 10.1061/(ASCE)0733-9488(2010) pp. 59-66.
- Mc Trans, (2008). TRANSYT-7F. Users Guide. University of Florida.
- Park B. e Schneeberger D., (2003). Microscopic Simulation Model Calibration and Validation. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1856. Transportation Research Board of The National Academies, Washington D.C. 2003, pp. 185-192.
- Park B. e Qi H., (2005). Development and Evaluation of a Procedure for the Calibration of Simulation Models. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1934. Transportation Research Board of The National Academies, Washington D.C. 2005, pp. 208-217.
- Park B. e Kwak J., (2010). Calibration Validation of TRANSIMS Microsimulator for an Urban Arterial Network. *ESCE Journal of Civil Engineering*, Vol 15, No.6. Korean Society of Civil Engineers, julho, 2011, pp. 1091-1100.
- PTV - Planun Transport Verkehr AG. (2010). VISSIM 5,30 User Manual. Stumpfstraße 1

D-76131 Karlsruhe.

Santhanam S. e Park B., (2008). Development of VISSIM Base Model for Northern Virginia (NOVA) Freeway System. A Research Project Report for the Northern Region Operations Virginia Department of Transportation (VDOT).

TSS – Transport Simulation Systems (2010). Microsimulator and Mesosimulator. Aimsun 6,1 User's Manual.

TSS – TRANSPORT SIMULATION SYSTEMS (2012). Aimsun7 Dynamic Simulators User's Manual. Barcelona, España, 2012.

Turley C., (2007). Calibration Procedure for a Microscopic Traffic Simulation Model. Departament of Civil and Environmental Engineering. Brigham Young University.

Wiedemann R, (1974). Simulation des Straßenverkehrflusses. Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Heft 8.

Wiedemann R, (1999). Modeling of RTI-Elements on multi-lane roads. In Advanced Telematics in Road Transport edited by the Commission of the European Community, DG XIII, Brussels.

BIBLIOGRAFIA

- Byungku e Hongtu, (2006). Development and Evaluation of a Procedure for the Calibration of Simulation Models. Departament of Civil Engineering. University of Virginia, and Virginia Transportation Research Council. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1934.
- Goldberg D. E., (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison – Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA 1989. ISBN 0201157675.
- Holland J. H., (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence. The University of Michigan Press. ISBN 0472084607 9780472084609
- Hourdarkis, J., Michalopoulos, P. G. (2003). A Practical Procedure for Calibrating Microscopic Traffic Simulation Models. *Transportation Research Board*. Washington, julho, 2002. 36p.
- Huang W., Sun J., Wang H., Li K. (2004). *Design of IDSS for Traffic Microsimulation Model Calibration*. Departament of Traffic Engineering. School of Transportation Engineering. Institute for Transport Studies, University of Leeds, University Road, Leed, LS2 9JT, United Kingdom. 3p.
- Janson, J. O. (2004). Comparison of Car-Following Models, Swedish National Road and Transport Research Institute - VTI meddelande 960A. Linkoping, maio, 2004. 38p.
- Lownes N. E, Machemehl R. B. (2003). Sensitivity Analysis of the Parameters VISSIM. Dept. of Civil, Architectural and Environmental Engineering.
- Oketch T., Carrick M, (2005). Calibration and Validation of a Micro-Simulation Model in Network Analysis. Presentation at the TRB Annual Meeting, Washington DC, janeiro, 2005. 17p.
- Rajasakran, R. A. (2008). AIMSUN Micro-Simulation – A Pratical Aplication: Micro-Simulation of the N1 Freeway. 27° Southem African Transport Conference (SATC 2008). Pretoria, South Africa, julho 2008, pp. 607-618.
- Rechenberg I., (1973). Evolutionsstrategie, Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution. Stuttgart: Frommann – Holzboog.
- Tavares D. M., (2010). *Procedimento Para Análise de Polos Geradores de Viagem Utilizando Ferramentas de Microsimulação*. Dissertação de Mestrado em

Transportes, Publicação T.DM-008A/2011, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília,DF, 188p.

Yaron H., Ronghui L. (2010). Calibration of a traffic microsimulation model as a tool for estimating the level of travel time variability. Institute for Transport Studies, University of Leeds, 41 University Road, Leeds, LS2 9JT, United Kingdom.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CÁLCULO DOS TEMPOS PARA O CONTROLE SEMAFÓRICO POR TEMPO FIXO PARA INTERSEÇÕES ISOLADAS E REDES PEQUENAS

A.1 – PROCEDIMENTO ADOTADO

A determinação dos tempos de ciclo adotados para o controle por tempo fixo utilizado neste trabalho foi feita utilizando os procedimentos de Webster e do Grau de Saturação. A partir desses valores foram obtidos os correspondentes tempos de verde para cada estágio. No caso da programação dos tempos semafóricos para as interseções das Redes 121 e 131, a partir dos tempos calculados para suas interseções, foi utilizado o programa TRANSYT-7F para a determinação dos valores das defasagens (*offsets*) entre as interseções. O procedimento adotado pelo TRANSYT-7F para este fim não será apresentado neste apêndice. Sua completa descrição encontra-se no Manual do Usuário do programa (Mc Trans, 2008).

O cálculo dos tempos semafóricos foi feito para uma interseção isolada em dois cenários. Para cada cenário se teve um volume de veículos nas quatro aproximações, operando em duplo sentido e com movimentos de conversão à direita. Para as interseções isoladas foram utilizados dois estágios semafóricos. O mesmo procedimento de cálculo foi feito para as redes abertas com a única variante na interseção I-2, onde as redes apresentam movimento de conversão à esquerda e, conseqüentemente, nessa interseção se tem três estágios.

O procedimento adotado segue os limites de tempos de ciclo mínimo e máximo recomendados pelo Manual de Semáforos (DENATRAN, 1984), que são 30 – 35 e 120 segundos, respectivamente. O referido manual recomenda, também, a adoção de 10 segundos de tempo mínimo de verde efetivo para os estágios veiculares.

Os passos do procedimento adotado são apresentados na Figura A-1 e detalhados a seguir.

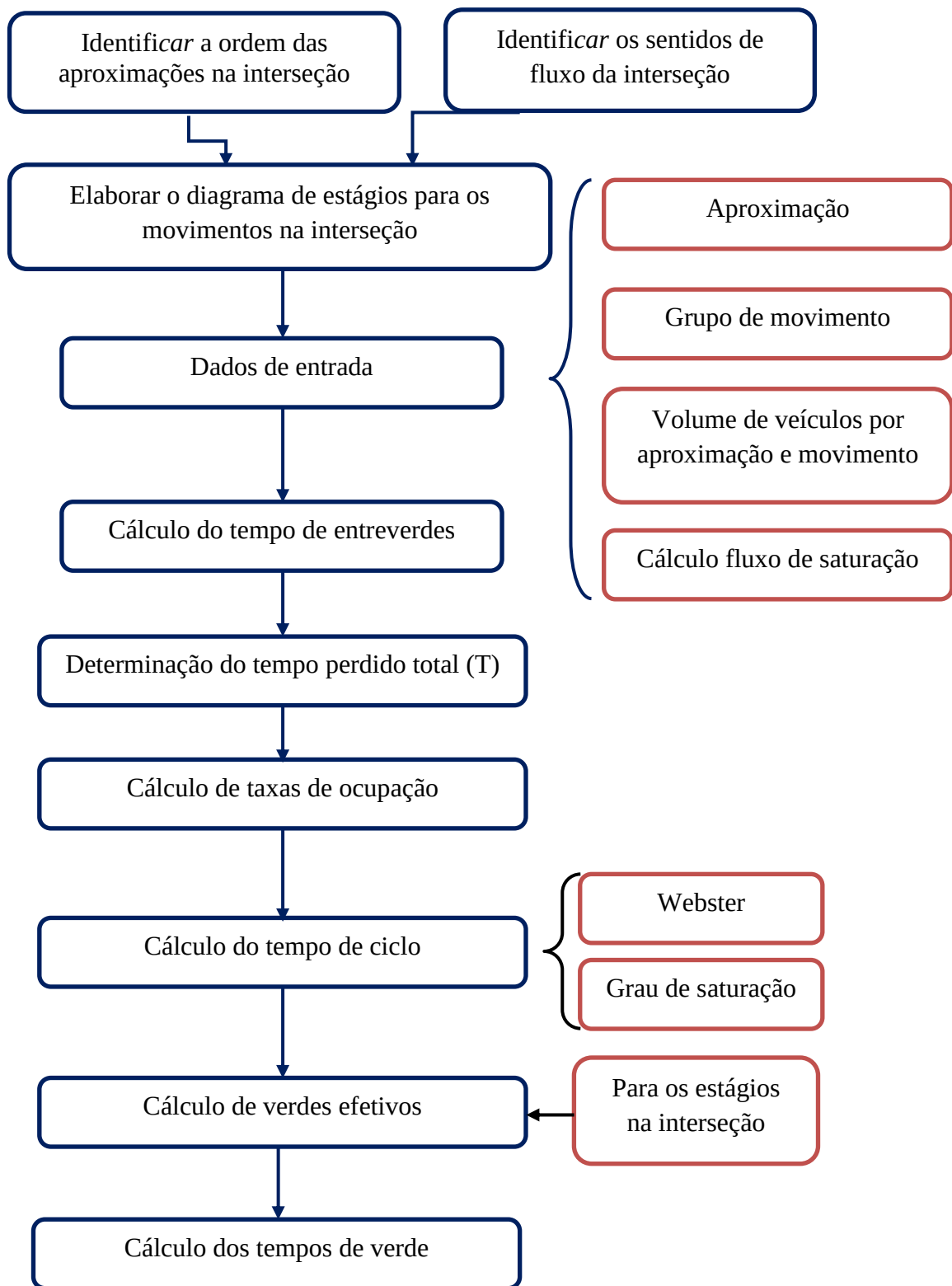


Figura A-1: Procedimento para cálculo dos tempos semafóricos de uma interseção isolada

- *Identificar a ordem das aproximações na interseção*

Cada aproximação foi identificada por uma letra maiúscula, como segue: a Aproximação A tem sentido oeste – leste, Aproximação B tem sentido leste – oeste, Aproximação C tem sentido norte – sul, e Aproximação D tem sentido sul – norte.

- *Identificar os sentidos de fluxo da interseção*

Os sentidos de fluxo, com a consequente análise dos movimentos conflitantes, determinaram os estágios de ciclo na interseção. O projeto tem dois sentidos de fluxo por aproximação, em frente e conversão à direita. No caso das Redes 121 e 131, a interseção I-2 possui, também, conversão à esquerda para o fluxo proveniente da via principal.

- *Elaborar o diagrama de estágios para os movimentos na interseção*

O diagrama de estágios foi determinado levando em conta o sentido do fluxo de tráfego nas aproximações da interseção. No Estágio I foram habilitados os movimentos das aproximações A e B (movimento em frente e a direita) e proibidos os movimentos das aproximações C e D. O Estágio II habilitou os fluxos nos sentidos das aproximações C e D e impediu o direito de passagem dos fluxos das aproximações A e B. No caso da interseção I-2, foi adotado um terceiro estágio (Estágio III), durante o qual recebem o direito de passagem os movimentos de conversão à esquerda das aproximações A e B, e os demais movimentos dessas aproximações e os das aproximações C e D são proibidos.

- *Dados de entrada*

Os dados de entrada considerados para o cálculo dos tempos semaforicos em cada interseção foram: a geometria da via (número e largura das faixas, largura do canteiro central, posição da linha de retenção), direção e sentido dos movimentos veiculares em todas as aproximações, os grupos de movimentos, o volume de veículos por aproximação e movimento, o valor do fluxo de saturação para cada grupo de movimentos. O fluxo de saturação foi calculado com ajuda do *software* HCS (*Highway Capacity Software*), que faz parte do pacote que inclui, também, o TRANSYT -7F.

- *Cálculo do tempo de entreverdes*

O tempo entreverdes é igual à soma do tempo amarelo mais o vermelho geral. Foi calculado mediante a equação:

$$EV = t + \frac{V}{2a} + \frac{w + L}{V}$$

em que:

t = tempo de percepção e reação (s); foi adotado o valor de 1s;

V = velocidade na aproximação (m/s); foi adotado 60 km/h para a via principal e 50 km/h para a via secundária;

a = taxa de desaceleração (m/s²); foi adotado o valor de 3 m/s²;

w = largura da interseção (m);

L = comprimento do veículo (m); como foram considerados somente carros de passeio, o valor adotado foi de 5,80 m.

Considerando os dados de entrada, o tempo de entreverdes obtido para os Estágios I e III foi de cinco segundos e para o Estágio II foi igual a seis segundos.. Adotou-se para todos os casos um tempo de amarelo de quatro segundos e vermelho geral igual a um segundo para os Estágios I e III e dois segundos para o Estágio II.

- *Determinação do tempo perdido total (T)*

No cálculo foi assumido que o tempo perdido é igual a soma dos tempo de entreverdes dos estágios programados para cada interseção. Assim, para as interseções com somente dois estágios o tempo perdido total foi 11 segundos. Para a interseção I-2, onde se tem os três estágios, o tempo perdido total foi igual a 16 segundos.

- *Cálculo de taxas de ocupação*

Foi calculada uma taxa de ocupação para cada grupo de movimentos servido em cada estágio, e considerado o maior valor entre elas, foi obtido o valor da taxa de ocupação crítica do estágio (y_{crit}). A partir das taxas de ocupação críticas foi então calculada a taxa de ocupação da interseção (Y). Foram usadas as expressões; :

$$y_i = \frac{q_i}{s_i} \qquad Y = \sum y_{crit}$$

em que:

y_i = taxa de ocupação do i-ésimo movimento (ou grupo de movimentos);

q_i = volume de tráfego do i-ésimo movimento (ou grupo de movimentos) (veic/h);

s_i = fluxo de saturação do i-ésimo movimento (ou grupo de movimentos) (veic/h).

y_{crit} = taxa de ocupação crítica do estágio;

Y = taxa de ocupação da interseção (soma das taxas de ocupação crítica de todos os estágios da interseção).

- *Cálculo do tempo de ciclo*

a) Inicialmente foi calculado o ciclo ótimo de acordo com o procedimento de Webster, mediante a fórmula:

$$C_o = \frac{1,5T + 5}{1 - Y}$$

em que:

T = tempo perdido total (s);

Y = taxa de ocupação da interseção;

C_o = ciclo ótimo (s).

De acordo com o procedimento de Webster, valores de ciclo na condição $0,75 C_o < \text{Ciclo} < 1,50 C_o$ produzem atrasos não muito superiores aos que seriam obtidos com o valor do ciclo ótimo.

b) Posteriormente, foi calculado o valor do tempo de ciclo mínimo, correspondente à obtenção de um valor considerado crítico para o grau de saturação dos movimentos críticos (X_{crit}). Neste procedimento, o C_{min} foi calculado mediante a fórmula:

$$C_{min} = \frac{X_{crit} * T}{X_{crit} - Y}$$

em que:

X_{crit} = grau de saturação crítico;

T = tempo perdido total (seg);

Y = taxa de ocupação da interseção.

c) O tempo de ciclo adotado foi, então, definido levando em conta os valores de C_o (e respectivo intervalo) e de C_{min} . Foi adotado para o tempo de ciclo o maior entre os dois valores (devidamente arredondados), respeitando-se o valor máximo definido pelo Manual de Semáforos.

No caso da definição do tempo de ciclo para as redes nos diferentes cenários, buscou-se adotar o maior valor de ciclo encontrado para as interseções individuais, sendo que, no caso da interseção I3, como esse valor era muito superior ao valor do ciclo original da interseção, optou-se por manter para ela um valor de ciclo igual a metade do valor do ciclo adotado para a rede.

- *Cálculo de verdes efetivos*

O tempo de verde efetivo foi calculado mediante a fórmula seguinte:

$$g_{ef\ i} = \frac{y_{crit(i)}}{Y}(C - T)$$

em que:

g_{efi} = tempo de verde efetivo do estágio i (seg);

$y_{crit(i)}$ = taxa de ocupação crítica do estágio i ;

Y = taxas de ocupação da interseção;

C = tempo de ciclo (seg);

T = tempo perdido (seg).

- *Cálculo dos tempos de verde.*

Os tempos de verde de cada estágio foram calculados pela expressão:

$$G_i = g_{ef_i} + l_i - EV_i$$

em que:

G_i = tempo de verde do estágio i , apresentado pelo grupo focal (s);

l_i = tempo perdido do estágio i (s);

EV_i = entreverdes do estágio i (s).

Como foi adotado que em cada estágio o tempo perdido é igual ao tempo de entreverdes, o valor do verde mostrado no grupo focal é igual ao tempo de verde efetivo.

A.2 – DADOS DE ENTRADA

Nas Figura A-2, e no APÊNDICE B são apresentados os dados de entrada para o cálculo dos tempos semaforicos para as interseções estudadas nesta dissertação.

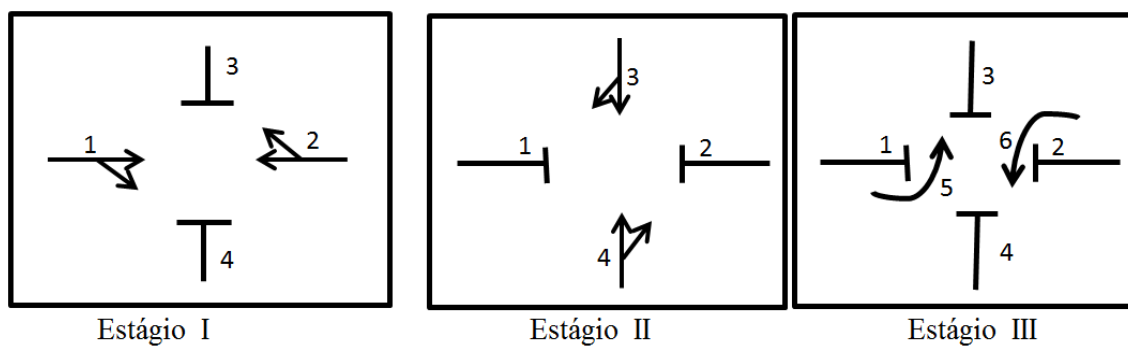


Figura A-2: Diagrama de estágios para cálculo de tempos semaforicos no projeto

A.3 – RESULTADOS OBTIDOS

Na Tabela A-1 são apresentados os resultados da aplicação do procedimento adotado para cada um dos cenários estudados.

Tabela A-1: Resultados de tempos semafóricos obtidos mediante o procedimento adotado

Cenário	Interseção	offset (s)	Ciclo (s)	Estágio I			Estágio II			Estágio III			obs.
				Verde (s)	Amarelo (s)	Vermelho geral (s)	Verde (s)	Amarelo (s)	Vermelho geral (s)	Verde (s)	Amarelo (s)	Vermelho geral (s)	
2	isolada	-	55	27	4	1	17	4	2	-	-	-	
4	isolada	-	120	72	4	1	37	4	2	-	-	-	
6	I-1	0	80	41	4	1	28	4	2	-	-	-	
	I-2	72	80	31	4	1	23	4	2	10	4	1	
	I-3	29	40	16	4	1	13	4	2	-	-	-	duplo
	I-4	50	80	43	4	1	26	4	2	-	-	-	
8	I-1	0	120	69	4	1	40	4	2	-	-	-	
	I-2	116	120	57	4	1	37	4	2	10	4	1	
	I-3	37	60	29	4	1	20	4	2	-	-	-	duplo
	I-4	81	120	72	4	1	37	4	2	-	-	-	
10	I-1	0	80	41	4	1	28	4	2	-	-	-	
	I-2	2	80	31	4	1	23	4	2	10	4	1	
	I-3	25	40	16	4	1	13	4	2	-	-	-	duplo
	I-4	38	80	43	4	1	26	4	2	-	-	-	
12	I-1	0	120	69	4	1	40	4	2	-	-	-	
	I-2	113	120	57	4	1	37	4	2	10	4	1	
	I-3	8	60	29	4	1	20	4	2	-	-	-	duplo
	I-4	47	120	72	4	1	37	4	2	-	-	-	

**APÊNDICE B – DESENHO VOLUME DE TRÁFEGO NOS
CENÁRIOS SIMULADOS**

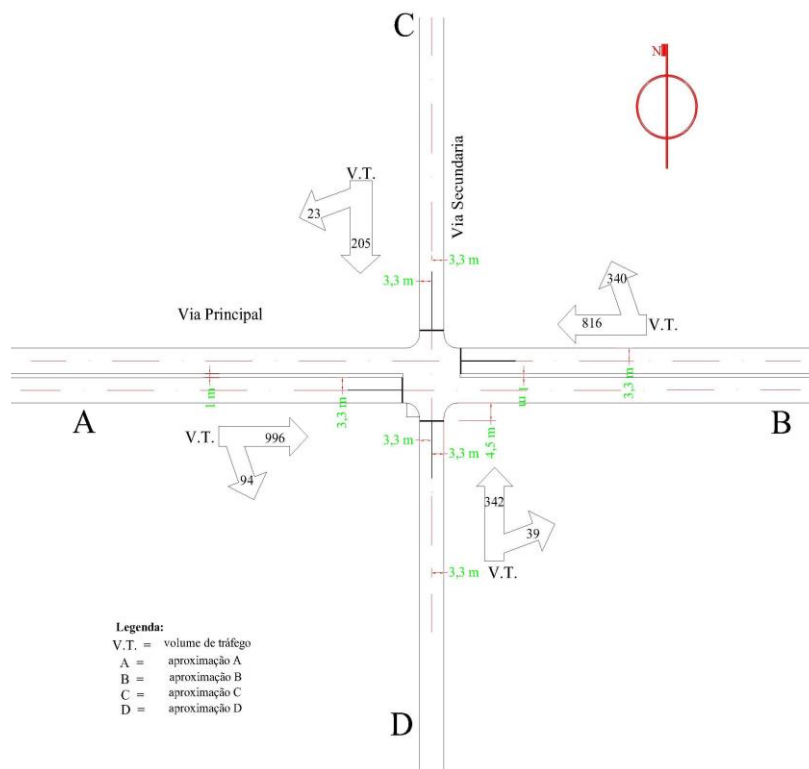


Figura B-1 : Elementos de tráfego e geométricos Cenário 2

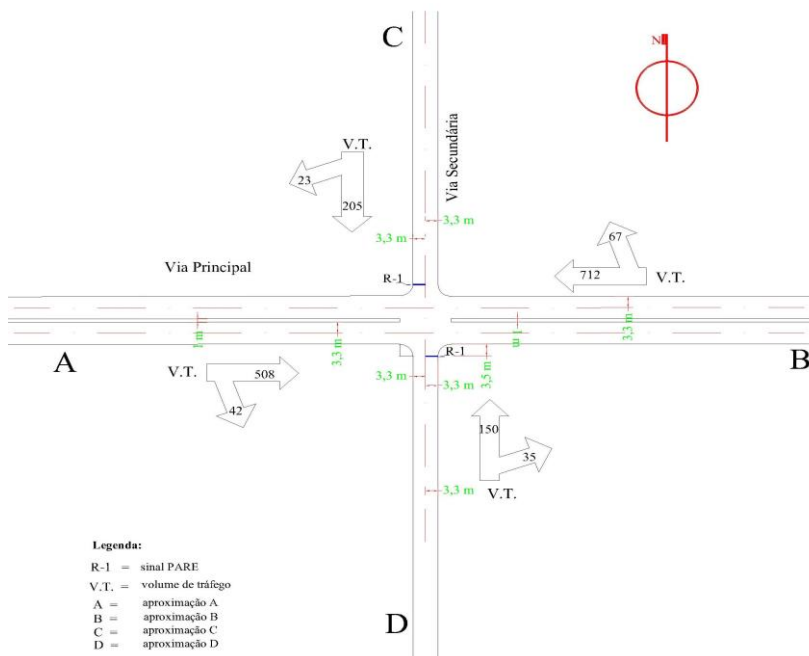


Figura B-2 : Elementos de tráfego e geométricos Cenário 3

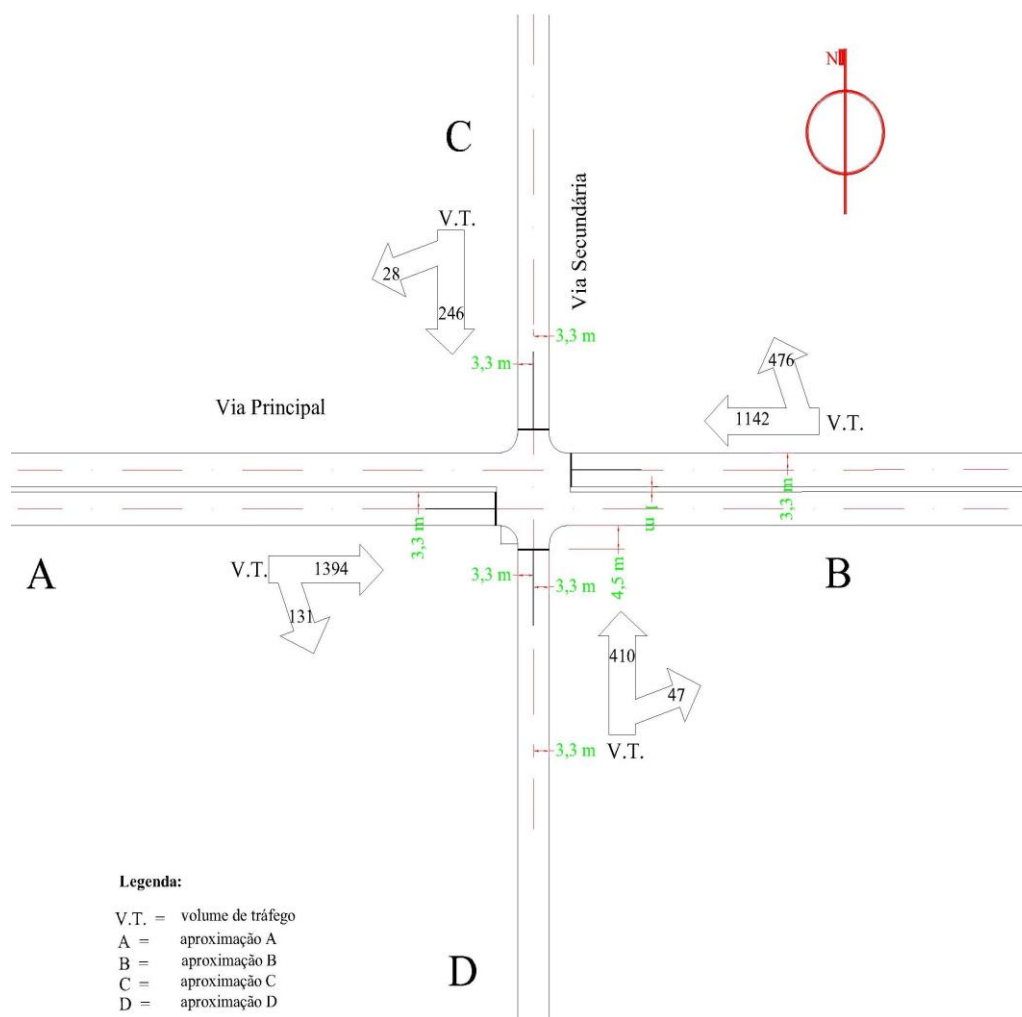


Figura B-3 : Elementos de tráfego e geométricos Cenário 4

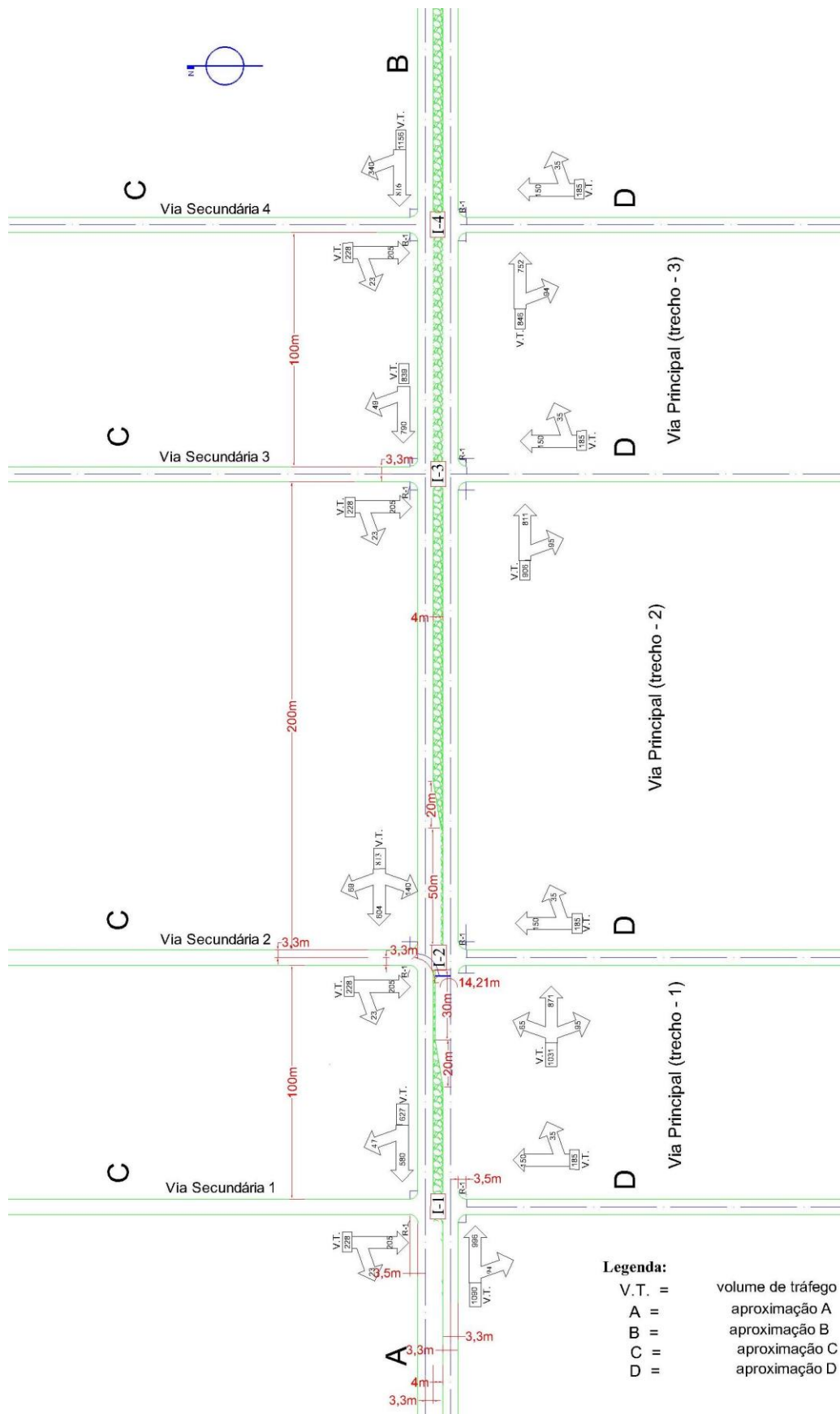


Figura B-4: Volume de Tráfego e geometria Cenário 5

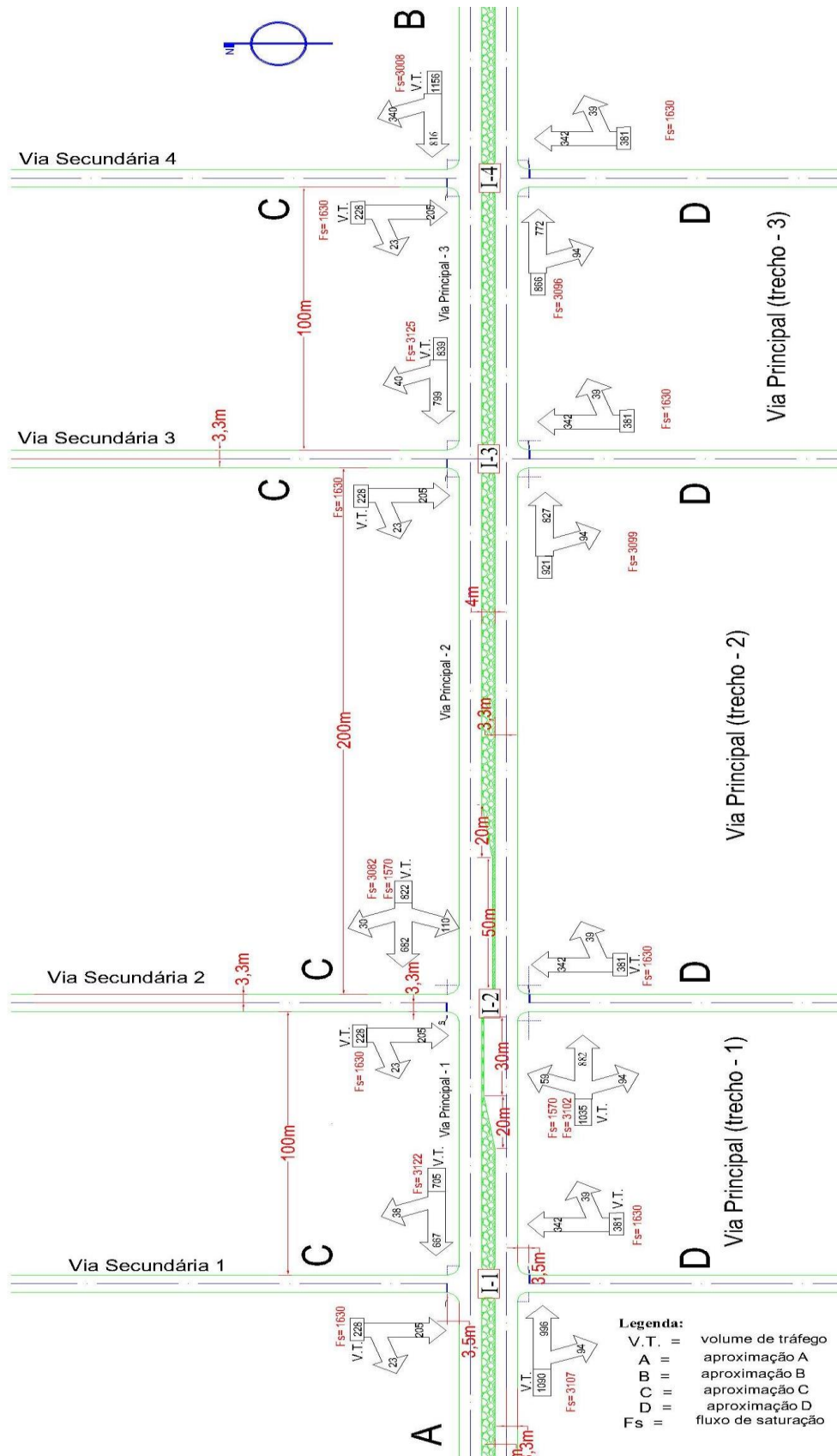


Figura B-5: Volume de Tráfego e geometria Cenário 6

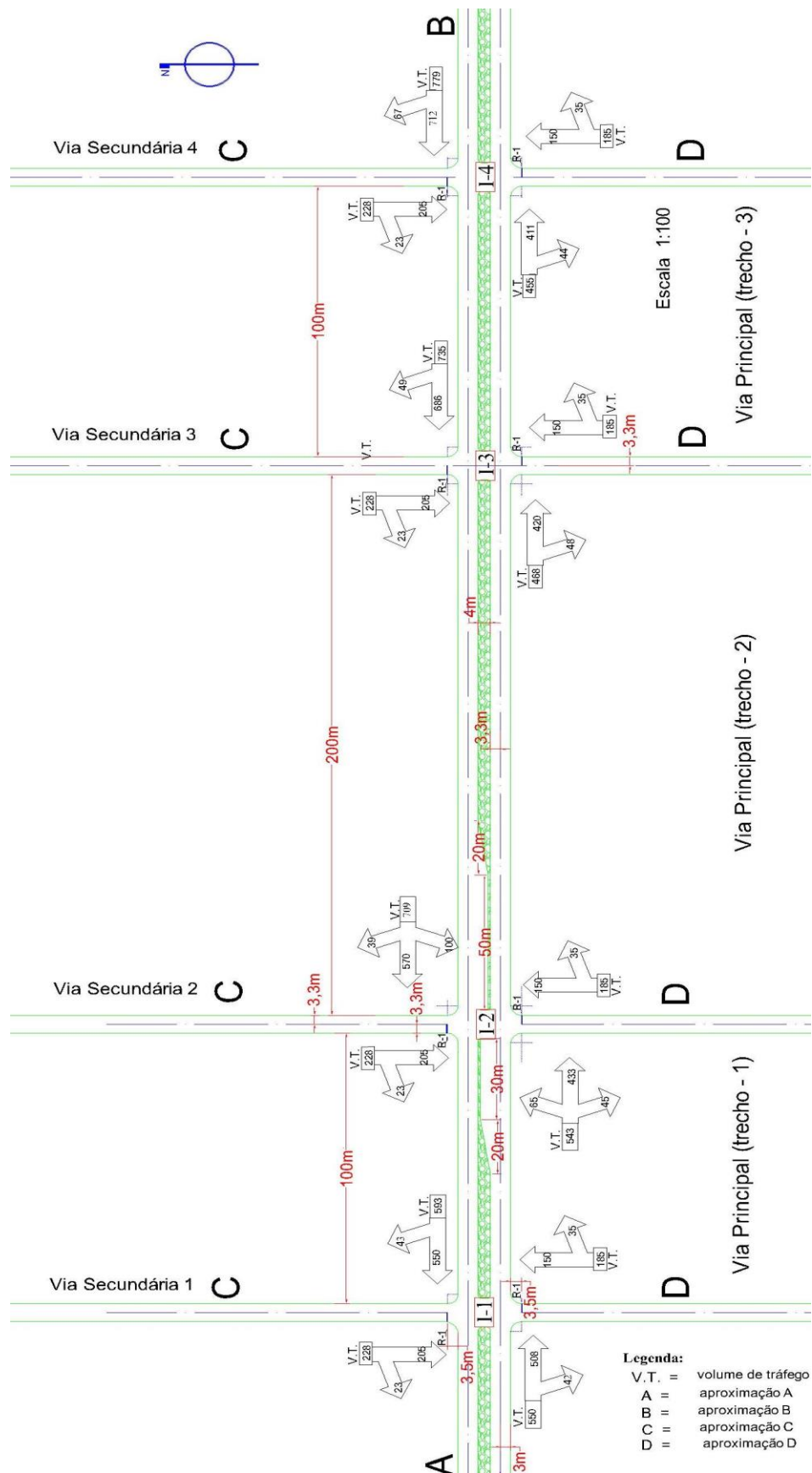


Figura B-6: Volume de Tráfego e geometria Cenário 7

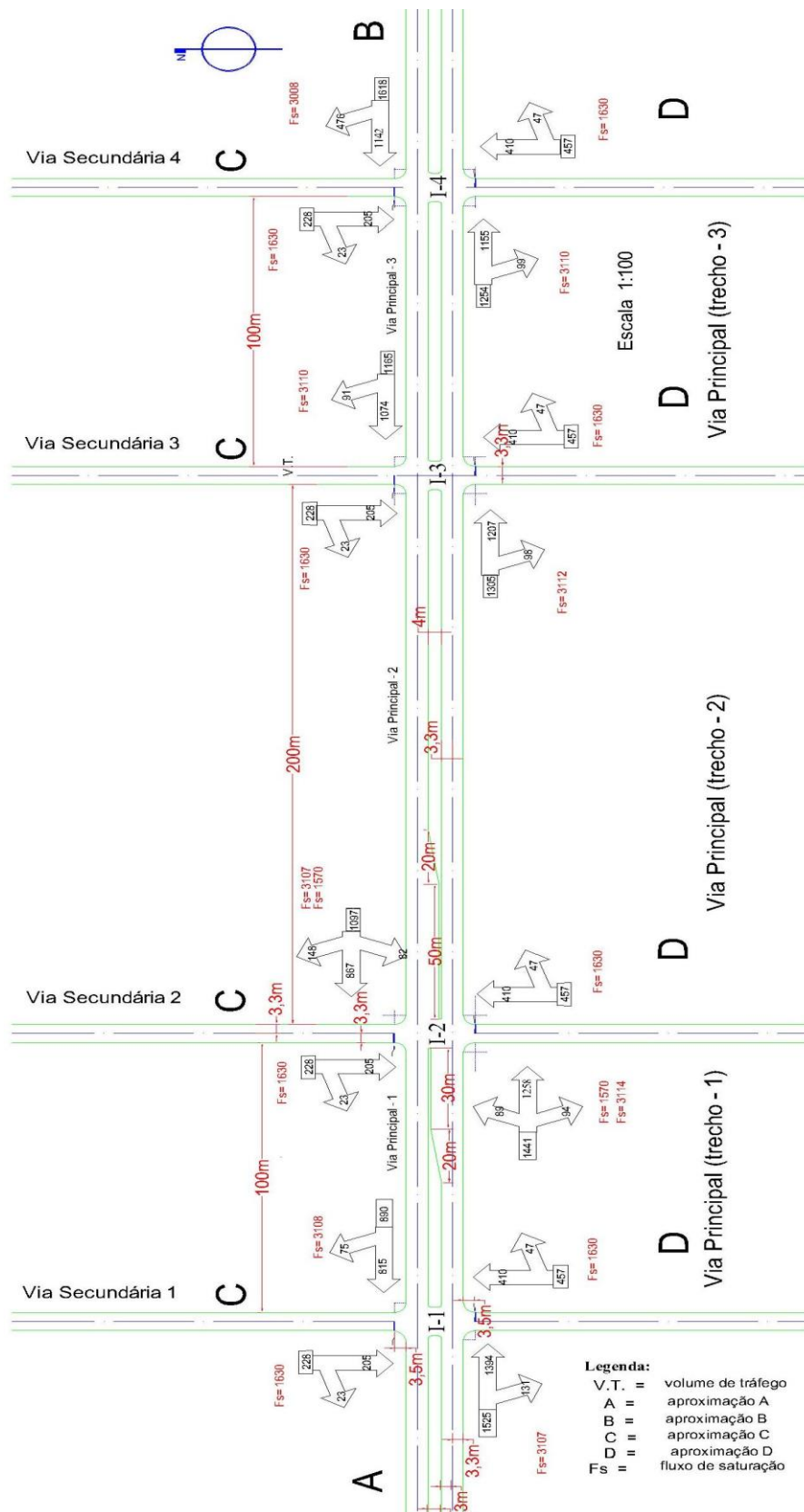


Figura B-7: Volume de Tráfego e geometria Cenário 8

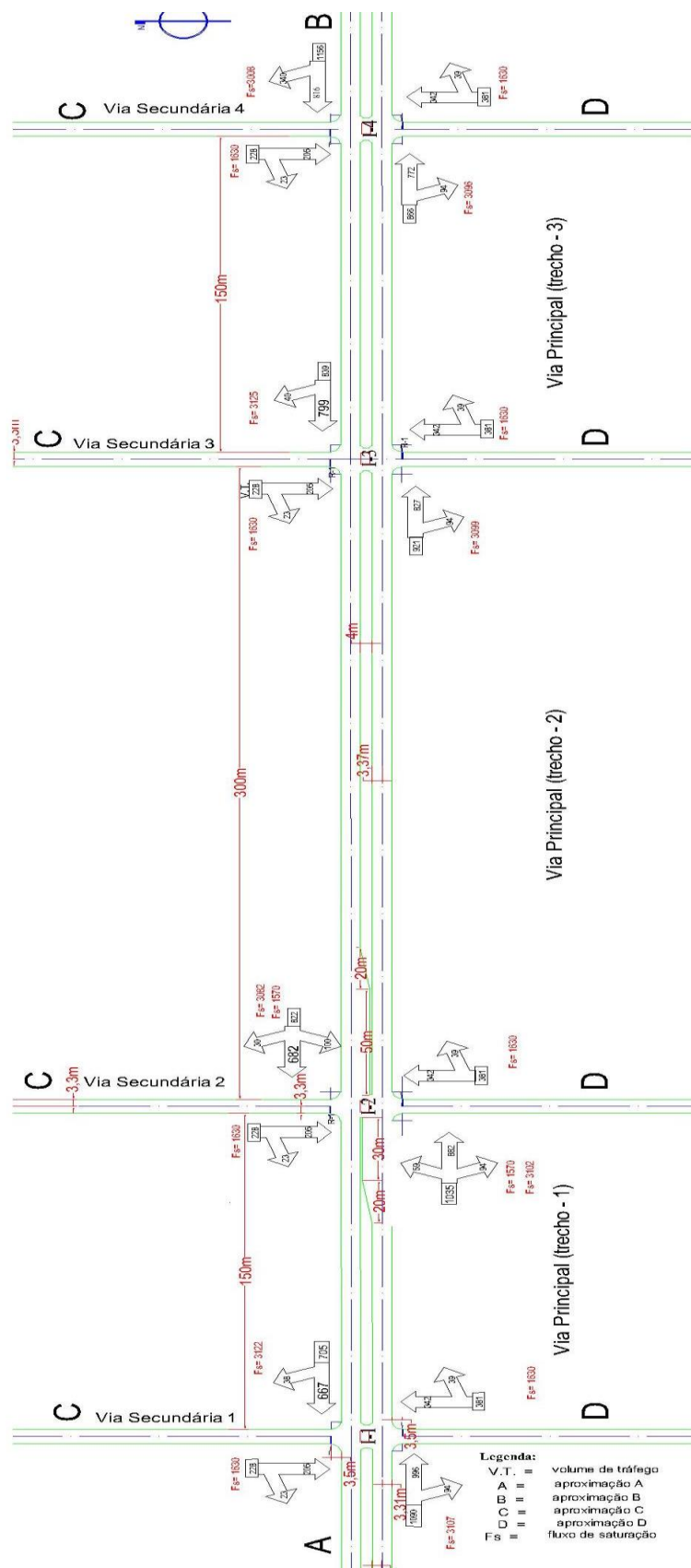


Figura B-8: Volume de Tráfego e geometria Cenário 10

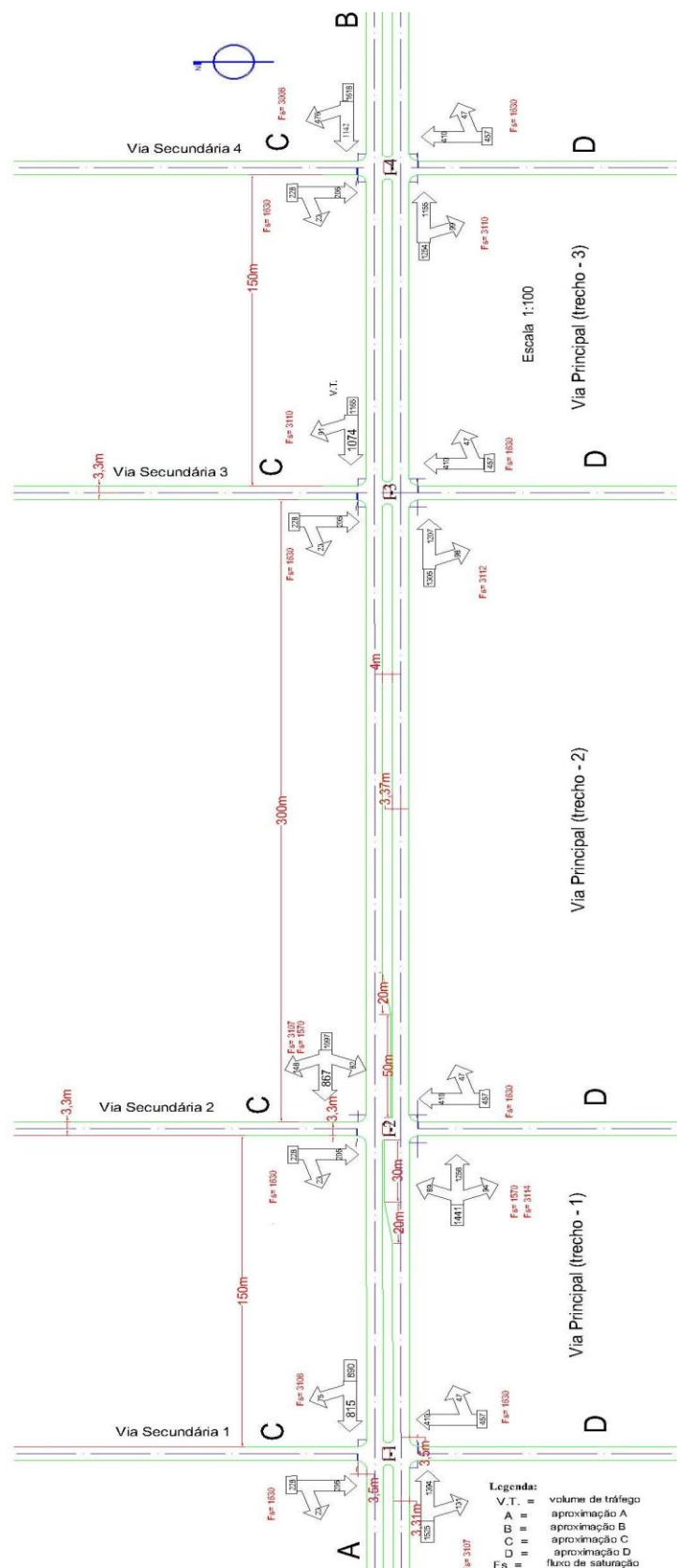


Figura B-9: Volume de Tráfego e geometria Cenário 12

**APÊNDICE C – VOLUME DE TRÁFEGO NOS CENÁRIOS
ESTUDADOS**

Tabela C-1: Volume de tráfego Cenário 6

Tipo de veículo:		carro					
Tipo de controle:		semáforo					
Rede 121		Volume de tráfego (vph)					
Cenário	Interseção	aproximação	esquerda	frente	direita	total	total na interseção
6	I - 1	A	0	996	94	1090	2404
		B	0	667	38	705	
		C	0	205	23	228	
		D	0	342	39	381	
	I - 2	A	59	882	94	1035	2466
		B	110	682	30	822	
		C	0	205	23	228	
		D	0	342	39	381	
	I - 3	A	0	827	94	921	2369
		B	0	799	40	839	
		C	0	205	23	228	
		D	0	342	39	381	
	I - 4	A	0	772	94	866	2631
		B	0	816	340	1156	
		C	0	205	23	228	
		D	0	342	39	381	
Total na rede (vph):							9870
Legenda:							
I - 1 = Interseção 1		I - 3 = Interseção 3					
I - 2 = Interseção 2		I - 4 = Interseção 4					

Tabela C-2: Volume de tráfego Cenário 8

Tipo de veículo:		carro					
Tipo de controle:		semáforo					
Rede 121		Volume de tráfego (vph)					
Cenário	Interseção	aproximação	esquerda	frente	direita	total	total na interseção
8	I - 1	A	0	1394	131	1525	3100
		B	0	815	75	890	
		C	0	205	23	228	
		D	0	410	47	457	
	I - 2	A	89	1258	94	1441	3223
		B	82	867	148	1097	
		C	0	205	23	228	
		D	0	410	47	457	
	I - 3	A	0	1207	98	1305	3155
		B	0	1074	91	1165	
		C	0	205	23	228	
		D	0	410	47	457	
	I - 4	A	0	1155	99	1254	3557
		B	0	1142	476	1618	
		C	0	205	23	228	
		D	0	410	47	457	
Total na rede (vph):							13035
Legenda:							
I - 1 = Interseção 1		I - 3 = Interseção 3					
I - 2 = Interseção 2		I - 4 = Interseção 4					

Tabela C-3: Volume de tráfego Cenário 9

Tipo de veículo:		carro					
Tipo de controle:		sinal PARE					
Rede 131		Volume de tráfego (vph)					
Cenário	Interseção	aproximação	esquerda	frente	direita	total	total na interseção
9	I - 1	A	0	996	94	1090	2130
		B	0	580	47	627	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 2	A	65	871	95	1031	2257
		B	140	604	69	813	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 3	A	0	811	95	906	2158
		B	0	790	49	839	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 4	A	0	752	94	846	2415
		B	0	816	340	1156	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
Total na rede (vph):							8960

Legenda:

I - 1 = Interseção 1

I - 3 = Interseção 3

I - 2 = Interseção 2

I - 4 = Interseção 4

Tabela C-4: Volume de tráfego Cenário 10

Tipo de veículo:		carro					
Tipo de controle:		semáforo					
Rede 131		Volume de tráfego (vph)					
Cenário	Interseção	aproximação	esquerda	frente	direita	total	total na interseção
10	I - 1	A	0	996	94	1090	2404
		B	0	667	38	705	
		C	0	205	23	228	
		D	0	342	39	381	
	I - 2	A	59	882	94	1035	2466
		B	110	682	30	822	
		C	0	205	23	228	
		D	0	342	39	381	
	I - 3	A	0	827	94	921	2369
		B	0	799	40	839	
		C	0	205	23	228	
		D	0	342	39	381	
	I - 4	A	0	772	94	866	2631
		B	0	816	340	1156	
		C	0	205	23	228	
		D	0	342	39	381	
Total na rede (vph):							9870

Legenda:

I - 1 = Interseção 1

I - 3 = Interseção 3

I - 2 = Interseção 2

I - 4 = Interseção 4

Tabela C-5: Volume de tráfego Cenário 11

Tipo de veículo:		carro					
Tipo de controle:		sinal PARE					
Rede 131		Volume de tráfego (vph)					
Cenário	Interseção	aproximação	esquerda	frente	direita	total	total na interseção
11	I - 1	A	0	508	42	550	1556
		B	0	550	43	593	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 2	A	65	433	45	543	1665
		B	100	570	39	709	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 3	A	0	420	48	468	1616
		B	0	686	49	735	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
	I - 4	A	0	411	44	455	1647
		B	0	712	67	779	
		C	0	205	23	228	
		D	0	150	35	185	
Total na rede (vph):							6484

Legenda:

I - 1 = Interseção 1

I - 3 = Interseção 3

I - 2 = Interseção 2

I - 4 = Interseção 4

Tabela C-6: Volume de tráfego Cenário 12

Tipo de veículo:		carro					
Tipo de controle:		semáforo					
Rede 131		Volume de tráfego (vph)					
Cenário	Interseção	aproximação	esquerda	frente	direita	total	total na interseção
12	I - 1	A	0	1394	131	1525	3100
		B	0	815	75	890	
		C	0	205	23	228	
		D	0	410	47	457	
	I - 2	A	89	1258	94	1441	3223
		B	82	867	148	1097	
		C	0	205	23	228	
		D	0	410	47	457	
	I - 3	A	0	1207	98	1305	3155
		B	0	1074	91	1165	
		C	0	205	23	228	
		D	0	410	47	457	
	I - 4	A	0	1155	99	1254	3557
		B	0	1142	476	1618	
		C	0	205	23	228	
		D	0	410	47	457	
Total na rede (vph):							13035

Legenda:

I - 1 = Interseção 1

I - 3 = Interseção 3

I - 2 = Interseção 2

I - 4 = Interseção 4

APÊNDICE D – RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS

Tabela D-1: Resultados simulação Cenário 1, Tempos médios de atraso

No. Parâmetro	V.P.	Tempo médio de atraso																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
1	default	21.11	21.20	21.62	21.38	21.17	20.99	21.13	21.32	21.86	20.56	21.19	21.16	20.82	21.40	21.11	20.72	22.13	21.54	21.43	21.24	20.95	20.96	19.86	20.75	20.49	21.20	20.85	21.86	21.92	20.09	21.13
	var 1	20.67	20.43	22.18	20.34	21.54	20.95	20.31	21.63	21.12	21.17	20.73	20.51	20.25	21.51	21.04	20.75	22.00	21.04	21.45	21.51	22.39	20.28	21.43	20.91	22.11	21.74	20.65	20.08	19.73	21.12	21.05
	var 2	21.43	21.59	20.27	20.84	20.31	20.66	21.19	21.39	21.00	20.90	21.64	20.86	20.57	20.31	21.01	21.42	21.72	21.93	21.69	21.36	19.87	21.17	20.58	21.27	20.81	20.90	21.21	21.54	20.85	21.13	21.05
2	var 3	21.53	22.01	22.13	21.74	20.55	19.97	20.20	20.85	20.76	22.19	21.21	20.17	20.47	21.62	20.81	21.43	20.76	20.92	20.74	21.18	20.57	20.82	21.35	21.07	21.31	21.86	20.26	20.95	20.35	21.37	21.05
	var 4	21.04	20.50	21.02	20.49	21.48	20.34	21.63	20.83	20.34	20.59	20.18	21.07	20.49	21.00	21.09	21.13	20.40	20.98	21.13	20.28	21.44	20.92	21.36	21.02	20.67	21.22	22.87	19.89	20.72	20.62	20.83
	var 5	21.31	21.47	21.50	20.87	21.15	20.80	20.53	20.84	21.33	21.25	21.07	21.13	21.28	21.33	20.59	21.39	20.48	21.05	20.40	21.02	20.82	21.71	20.83	20.42	20.69	21.26	21.40	21.04	20.89	20.34	21.01
3	var 6	20.50	21.22	21.13	20.47	21.00	21.13	22.06	21.80	21.73	21.27	21.89	21.47	20.87	20.64	20.64	20.75	20.92	20.79	21.23	20.70	20.27	21.08	21.35	21.11	20.87	21.69	20.62	21.26	20.58	20.58	21.05
	var 7	21.24	20.79	21.41	20.47	20.78	20.30	20.82	21.45	21.39	20.64	21.38	21.18	21.46	20.81	21.11	21.37	20.62	20.84	21.53	20.54	21.11	21.02	21.63	20.29	21.08	21.17	21.17	20.62	20.40	20.44	20.94
	var 8	20.33	20.82	20.61	20.55	20.99	21.50	20.66	20.62	21.04	22.18	20.24	20.23	21.58	20.92	21.00	20.67	21.43	21.43	21.03	22.23	21.06	21.02	21.31	20.96	21.28	21.08	21.85	20.91	22.08	21.89	21.12
4	var 9	20.65	20.50	20.72	21.89	21.60	21.28	21.81	20.88	21.32	20.84	20.48	20.96	21.67	20.32	21.15	21.30	21.88	21.85	21.07	20.81	21.07	21.55	21.57	22.50	21.58	20.70	21.40	21.34	20.89	21.52	21.24
	var 10	20.64	20.14	20.19	20.86	21.41	20.95	20.78	20.31	21.27	20.84	21.42	21.07	20.87	21.40	20.88	21.26	20.70	21.22	20.71	20.55	22.03	21.23	20.26	20.99	21.65	20.88	21.21	20.51	20.48	20.49	20.91
	var 11	21.02	19.83	21.42	21.12	21.21	21.45	21.01	21.62	20.74	20.92	21.13	20.49	20.03	20.59	21.04	21.22	20.99	21.85	21.68	20.81	21.04	21.40	21.58	21.20	21.00	21.88	21.03	20.92	21.90	21.70	21.13
5	var 12	22.29	28.04	26.16	28.33	27.09	28.65	27.50	27.93	28.74	27.15	27.80	27.56	27.32	26.76	28.87	25.38	30.55	25.97	26.96	27.41	26.08	30.00	27.92	27.29	34.24	27.46	27.71	27.22	28.38	29.78	27.98
	var 13	22.05	20.43	21.04	20.68	21.90	20.82	20.59	20.74	20.78	21.26	22.58	21.39	21.19	22.08	21.39	21.00	21.48	21.62	21.55	21.14	20.30	21.13	20.77	20.75	20.69	20.31	20.90	20.77	20.81	20.86	21.10
	var 14	22.11	21.33	21.60	20.48	21.81	21.64	21.32	20.80	21.38	21.48	22.43	20.45	21.23	21.74	21.23	20.52	21.02	20.92	20.81	21.44	21.54	21.01	21.07	20.70	20.91	21.03	21.24	21.74	20.79	21.55	21.24
6	var 15	22.45	21.83	21.45	22.33	22.12	21.69	22.10	21.07	21.59	20.91	21.26	22.27	21.20	21.21	21.61	21.03	21.09	21.05	21.06	22.12	21.90	21.71	22.36	21.11	21.85	21.35	22.27	21.70	22.06	21.49	21.61
	var 16	21.10	20.95	21.64	20.37	20.48	19.79	21.08	21.50	20.52	21.01	20.64	20.36	20.27	20.66	20.67	20.54	20.65	20.83	20.63	22.01	21.56	21.51	19.68	21.23	21.29	21.32	20.45	20.90	21.15	21.15	20.87
	var 17	20.71	20.52	21.05	20.99	20.52	21.02	20.63	21.18	20.63	20.46	21.31	20.87	21.93	21.47	21.04	20.53	20.88	20.45	21.20	20.95	20.81	20.75	20.97	20.52	21.04	21.85	21.74	22.16	21.32	21.02	21.02
7	var 18	21.09	20.35	21.33	21.77	21.47	21.11	21.27	20.77	20.81	21.10	21.20	21.20	21.13	20.22	22.60	21.36	21.53	20.81	21.84	21.41	22.30	21.06	20.46	21.25	21.09	21.44	21.00	21.71	21.05	20.96	21.22
	var 19	20.28	21.00	21.07	20.85	20.49	21.43	20.46	20.54	20.12	21.10	21.39	21.65	21.19	20.23	21.07	20.98	20.42	20.98	20.73	20.83	22.23	20.64	20.83	21.38	20.68	21.64	20.52	20.34	21.36	21.48	20.93
	var 20	20.55	21.87	21.49	21.72	21.43	21.40	21.17	21.21	20.66	20.91	21.39	21.11	21.44	21.53	21.56	21.14	21.14	20.80	21.53	21.50	21.35	21.07	21.11	21.84	21.04	21.47	20.54	20.91	21.73	21.07	21.26
8	var 21	20.59	21.29	21.61	21.27	20.62	21.87	20.80	22.16	20.76	21.41	21.46	21.78	20.56	20.98	21.16	21.14	21.14	20.82	21.85	21.09	20.71	21.73	21.42	20.51	21.47	21.05	20.92	21.55	21.13	21.38	21.21
	var 22	21.65	21.17	21.04	20.78	21.58	20.92	21.56	21.56	20.04	21.63	21.39	21.67	21.70	21.63	21.01	22.19	20.97	22.18	22.08	21.67	21.19	21.55	20.63	21.21	20.86	21.22	21.29	21.53	21.85	21.45	21.37
	var 23	20.44	21.69	20.90	21.61	21.31	21.03	20.89	21.82	21.06	20.36	20.95	22.58	20.51	21.51	21.36	20.68	20.15	21.53	21.19	21.17	20.50	21.94	20.37	20.79	20.84	21.39	21.32	21.57	20.72	20.60	21.09
9	var 24	22.04	21.09	21.34	21.11	21.47	21.37	21.13	21.51	21.27	20.71	21.62	20.92	21.61	20.84	20.87	21.94	21.49	21.69	21.00	22.09	21.09	21.60	22.43	20.61	20.84	21.65	20.92	20.37	21.22	21.39	21.31
	var 25	22.34	24.21	22.69	24.72	24.97	25.63	23.52	24.36	25.04	23.11	23.29	24.49	25.32	24.28	22.63	24.82	24.38	24.27	22.51	23.59	25.41	24.98	23.90	22.42	23.91	24.93	25.06	23.02	23.01	24.04	24.04
	var 26	26.20	23.64	23.56	25.92	25.17	25.77	24.85	24.40	24.03	24.99	24.11	24.77	26.43	24.50	24.76	24.88	24.20	24.87	23.92	24.70	24.43	24.59	24.62	25.52	24.55	25.13	24.64	24.72	24.80	24.80	24.80
10	var 27	20.68	20.90	21.93	20.53	21.17	21.20	20.31	21.62	21.02	21.28	21.20	21.38	20.73	21.30	21.21	20.52	21.79	21.46	20.95	21.42	20.69	21.79	20.65	21.13	21.75	21.45	21.01	20.79	21.39	21.00	21.14
	var 28	21.00	20.87	21.14	20.83	20.69	21.44	22.00	22.03	20.93	21.06	20.91	21.68	21.34	21.63	20.93	21.17	20.18	21.23	22.45	20.45	20.10	21.48	21.20	20.72	20.55	21.54	20.96	20.51	21.02	21.31	21.08
	var 29	21.49	21.26	20.82	20.77	21.01	20.68	21.42	20.88	21.10	20.72	21.36	20.81	20.50	20.98	21.11	21.14	19.93	20.80	20.89	21.46	20.90	21.18	21.47	22.20	21.57	20.80	20.96	21.56	21.42	21.19	21.08
11	var 30	21.78	21.17	21.37	21.58	21.38	21.41	20.56	20.66	21.10	21.30	21.11	22.01	21.00	21.44	21.61	20.70	20.76	20.82	21.81	20.50	21.38	22.45	21.07	21.69	21.39	21.48	20.36	21.60	20.85	21.78	21.27
	var 31	21.29	20.56	21.34	20.36	20.88	20.48	20.55	21.01	20.84	21.47	21.00	21.03	21.03	22.09	21.04	21.11	21.18	21.70	20.68	21.16	20.64	21.83	21.01	20.68	21.20	21.31	20.86	20.51	21.37	21.06	
	var 32	21.06	21.46	20.91	20.98	21.43	20.99	20.48	20.27	21.27	21.29	21.24	21.13	21.72	21.93	21.41	21.00	21.36	21.25	22.06	20.96	22.12	21.31	21.43	22.23	20.57	20.70	19.77	21.35	21.25	20.10	21.17
12	var 33	20.77	20.61	20.96	20.86	20.88	20.20	20.61	21.34	21.35	20.73	21.22	21.49	21.36	21.39	20.07	20.87	20.69	20.75	21.44	20.34	20.98	20.99	20.84	21.64	20.44	21.78	20.44	21.59	20.40	20.39	20.95
	var 34	21.13	21.52	21.34	21.61	20.48	21.23	20.83	20.51	21.07	22.05	21.42	20.88	20.36	20.99	21.23	22.09	20.63	21.90	20.67	21.33	21.71	20.26	20.47	21.24	21.37	21.30	20.66	21.97	20.69	20.82	21.13
	var 35	21.34	21.48	21.81	21.08	21.36	21.21	21.16	21.20	21.22	20.58	21.35	21.90	21.55	20.80	20.84	20.98	21.47	20.67	21.19	21.11	20.79	21.58	21.10	20.36	20.87	21.10	21.52	21.03	22.05	21.30	21.20
13	var 36	21.92	21.31	20.48	20.63	21.76	21.64	21.11	21.19	20.73	21.05	21.12	21.11	21.21	21.23	21.83	22.12	21.35	21.36	20.99	21.78	21.28	20.58	21.56	20.59	20.93	21.80	21.34	20.96	20.54	20.88	21.21
	var 37	21.14	20.29	21.29	20.68	20.95	21.75	22.22</																								

V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-2: Resultados simulação Cenário 1, Comprimento médio de filas

No. Parâmetro	V.P.	Comprimento médio de filas																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
default		7.59	7.58	8.21	7.94	7.84	7.73	7.74	7.82	8.01	7.18	7.81	7.63	7.46	7.48	7.65	7.20	8.03	7.83	7.81	7.83	7.51	7.64	6.98	7.54	7.35	7.90	7.44	7.74	8.12	7.00	7.65
1	var 1	7.03	7.23	7.84	6.68	7.30	7.28	6.81	7.58	7.48	7.28	7.19	7.03	6.76	7.31	7.27	7.05	7.84	7.10	7.44	7.44	7.87	6.69	7.19	7.34	7.75	7.51	7.14	6.73	6.46	7.52	7.24
	var 2	7.73	7.83	7.13	7.44	7.26	7.40	7.67	7.79	7.56	7.57	8.06	7.60	7.33	7.28	7.63	7.65	7.73	7.95	7.86	8.06	6.99	7.74	7.14	7.91	7.40	7.70	7.82	7.83	7.54	7.57	7.61
2	var 3	7.92	8.06	7.91	7.81	7.38	6.96	7.28	7.53	7.58	8.44	7.61	7.07	7.45	7.95	7.35	7.98	7.57	7.52	7.47	7.58	7.36	7.59	7.84	7.55	7.71	7.99	7.09	7.41	7.38	7.57	7.60
	var 4	7.59	7.25	7.55	7.35	8.07	7.52	7.69	7.39	7.35	7.35	7.14	7.77	7.31	7.60	7.73	7.62	7.27	7.54	7.58	7.34	7.80	7.63	7.70	7.52	7.42	7.69	7.51	6.95	7.45	7.37	7.50
3	var 5	7.46	7.74	7.43	7.29	7.35	7.13	7.10	7.16	7.52	7.36	7.50	7.32	7.36	7.37	6.91	7.38	7.17	7.32	6.95	6.95	7.10	7.56	7.14	6.88	7.05	7.32	7.32	7.25	7.33	6.91	7.25
	var 6	7.29	7.30	7.23	7.15	7.47	7.24	7.77	7.61	7.51	7.48	7.63	7.51	7.19	7.05	7.08	7.18	7.12	7.30	7.26	7.06	6.91	7.40	7.21	7.22	7.40	7.66	7.21	7.54	7.12	6.95	7.30
4	var 7	7.54	7.28	7.80	7.41	7.54	7.24	7.29	8.01	8.13	7.21	7.68	7.91	7.80	7.48	7.64	7.52	7.51	7.51	7.88	7.46	7.54	7.59	7.90	7.28	7.74	7.21	7.82	7.28	7.17	7.24	7.55
	var 8	6.89	7.06	7.03	7.12	7.39	7.59	7.15	7.12	7.11	7.91	6.80	6.93	7.50	7.42	7.21	7.10	7.61	7.30	7.22	7.76	7.29	7.27	7.27	7.27	7.34	7.05	7.57	7.05	7.86	7.72	7.30
5	var 9	6.85	7.02	6.83	7.61	7.52	7.38	7.82	7.17	7.29	7.06	6.91	7.05	7.47	6.93	7.45	7.38	7.97	7.95	7.21	7.22	7.41	7.56	7.40	8.12	7.52	7.25	7.43	7.41	7.16	7.54	7.36
	var 10	7.34	7.18	7.27	7.50	7.70	7.45	7.38	7.16	7.78	7.30	7.89	7.73	7.51	7.77	7.46	7.80	7.39	7.44	7.46	7.42	8.08	7.48	7.14	7.47	7.77	7.49	7.63	7.10	7.39	7.31	7.49
6	var 11	7.21	6.64	7.26	7.20	7.29	7.62	7.40	7.60	7.15	7.11	7.36	6.94	6.56	7.06	7.24	7.18	7.25	7.64	7.56	7.20	7.39	7.45	7.49	7.40	7.40	7.84	7.32	7.19	7.78	7.58	7.31
	var 12	9.35	8.78	7.63	8.82	8.56	8.58	8.26	8.41	9.01	8.25	8.44	8.45	8.17	7.81	9.03	7.53	9.95	7.82	8.14	8.52	7.91	9.59	8.53	8.13	11.71	8.50	8.40	8.30	8.92	9.58	8.64
7	var 13	7.98	7.30	7.66	7.30	7.63	7.13	7.19	7.07	7.12	7.54	7.88	7.68	7.44	7.91	7.55	7.21	7.41	7.71	7.67	7.37	6.76	7.36	7.11	7.04	6.93	6.81	7.43	7.02	6.99	7.20	7.35
	var 14	7.74	7.54	7.44	7.11	7.64	7.65	7.24	7.18	7.31	7.46	7.92	6.93	7.22	7.54	7.25	7.22	7.21	7.05	7.06	7.64	7.43	7.34	7.15	7.21	7.01	6.94	7.24	7.57	6.98	7.41	7.32
8	var 15	7.84	7.53	7.17	7.65	7.94	7.30	7.69	7.15	7.54	6.96	7.36	7.65	7.24	7.35	7.35	7.36	7.14	7.20	6.98	7.89	7.28	7.58	7.76	7.18	6.96	7.47	7.69	7.53	7.78	7.35	7.43
	var 16	7.43	7.19	7.67	7.13	7.21	6.82	7.24	7.60	6.88	7.53	7.16	7.04	7.09	7.10	7.14	7.15	6.99	7.41	7.18	8.09	7.55	7.82	6.51	7.65	7.42	7.64	7.09	7.38	7.35	7.11	7.29
9	var 17	6.93	7.02	7.16	7.19	6.93	7.35	7.00	7.41	7.15	6.91	7.20	7.24	7.56	7.46	7.22	6.90	7.32	7.00	7.29	7.13	7.12	7.01	7.03	6.93	7.17	7.34	7.54	7.84	7.34	7.21	7.20
	var 18	7.33	6.99	7.51	7.90	7.53	7.38	7.26	7.11	7.40	7.57	7.20	7.38	7.39	6.84	8.15	7.31	7.76	7.16	7.54	7.36	7.83	7.10	6.98	7.56	7.54	7.51	7.31	7.82	7.35	7.07	7.40
10	var 19	6.97	7.39	7.37	7.06	6.98	7.59	6.77	7.02	6.80	7.26	7.34	7.54	7.23	6.91	7.28	7.15	7.05	7.60	6.92	7.19	7.97	6.93	7.13	7.27	7.08	7.54	6.97	7.01	7.51	7.63	7.22
	var 20	7.18	7.78	7.63	7.48	7.35	7.37	7.61	7.34	7.23	7.15	7.57	7.28	7.43	7.39	7.51	7.27	7.40	6.86	7.40	7.70	7.22	7.25	7.37	7.67	7.23	7.46	6.89	7.11	7.69	7.14	7.37
11	var 21	7.08	7.34	7.56	7.47	7.06	7.68	7.16	7.67	7.20	7.36	7.41	7.78	7.11	7.20	7.30	7.38	7.36	7.25	7.67	7.66	6.93	7.66	7.50	6.85	7.43	7.25	7.13	7.21	7.22	7.66	7.35
	var 22	7.53	7.29	7.36	7.20	7.55	7.08	7.59	7.32	6.71	7.61	7.25	7.59	7.30	7.41	7.26	7.73	7.01	7.79	7.89	7.51	7.42	7.32	7.11	7.30	7.11	7.40	7.44	7.53	7.66	7.47	7.39
12	var 23	6.84	7.48	7.17	7.58	7.31	7.24	7.20	7.58	7.10	7.09	7.19	8.23	7.05	7.47	7.35	7.16	6.83	7.43	7.32	7.26	6.97	7.75	6.89	7.15	7.08	7.37	7.48	7.62	6.99	7.01	7.27
	var 24	7.90	7.17	7.51	7.45	7.52	7.53	7.21	7.26	7.44	7.29	7.42	7.26	7.52	7.26	7.07	7.78	7.44	7.59	7.29	8.09	7.34	7.74	8.08	6.92	7.27	7.57	7.44	6.86	7.16	7.56	7.43
13	var 25	8.92	9.88	8.81	9.86	10.36	9.76	10.37	9.57	9.98	10.15	9.07	9.16	9.90	10.04	10.03	9.01	10.23	9.57	9.76	8.99	9.83	10.57	9.99	9.83	8.85	9.66	10.17	10.03	8.81	9.49	9.69
	var 26	8.52	7.51	7.21	8.42	7.97	8.14	7.86	7.65	7.38	7.91	7.53	7.89	8.61	7.65	7.81	8.00	7.55	7.97	7.49	7.74	7.62	8.22	7.62	7.76	7.76	8.19	7.65	7.97	7.68	7.68	7.83
14	var 27	7.17	7.31	7.57	7.14	7.31	7.35	6.89	7.55	7.21	7.26	7.30	7.55	6.91	7.24	7.25	6.94	7.71	7.47	7.19	7.38	7.05	7.61	6.92	7.36	7.54	7.39	7.20	7.14	7.53	7.07	7.29
	var 28	7.29	7.25	7.32	7.31	7.22	7.43	7.88	7.06	7.18	7.17	7.23	7.65	7.40	7.62	7.42	7.33	6.72	7.15	8.00	6.90	6.87	7.57	7.17	7.04	6.86	7.49	7.18	6.98	7.16	7.60	7.28
15	var 29	7.26	7.26	7.16	7.01	7.48	7.15	7.46	7.10	7.34	6.98	7.43	7.19	7.20	7.33	7.26	7.37	6.58	7.22	7.06	7.52	7.15	7.15	7.46	7.94	7.53	7.22	7.15	7.36	7.49	7.30	7.27
	var 30	7.64	7.32	7.34	7.52	7.47	7.42	6.94	7.07	7.23	7.32	7.30	7.79	7.13	7.59	7.48	7.12	7.33	6.85	7.77	7.05	7.41	7.96	7.24	7.84	7.42	7.62	6.91	7.66	7.19	7.59	7.38
16	var 31	7.63	6.86	7.31	6.82	7.22	6.78	7.20	7.17	7.09	7.50	7.17	7.37	7.43	7.76	7.34	7.40	7.28	7.65	7.09	7.37	7.16	7.47	7.27	7.03	7.38	7.35	6.96	6.85	7.47	7.59	7.27
	var 32	7.33	7.47	7.22	7.14	7.59	7.20	6.97	6.95	7.52	7.40	7.39	7.43	7.56	7.64	7.69	7.19	7.40	7.30	7.69	7.22	7.84	7.43	7.24	7.79	7.13	7.03	6.51	7.77	7.24	6.78	7.34
17	var 33	7.21	7.01	7.17	7.05	7.22	7.19	7.15	7.29	7.38	7.08	7.22	7.60	7.56	7.46	6.71	7.04	7.08	7.05	7.48	7.00	7.35	7.05	7.31	7.84	6.96	7.41	6.97	7.60	7.09	6.90	7.21
	var 34	7.25	7.73	7.64	7.50	7.09	7.47	7.22	7.18	7.31	7.90	7.27	7.02	6.89	7.25	7.30	7.82	6.96	7.79	7.12	7.35	7.66	6.80	7.07	7.40	7.45	7.41	7.04	7.49	6.88	7.08	7.31
18	var 35	7.56	7.56	7.76	7.30	7.30	7.35	7.39	7.39	7.35	6.95	7.25	7.56	7.57	7.30	7.06	7.21	7.43	6.89	7.00	7.48	6.90	7.44	7.35	6.92	7.11						

Tabela D-3: Resultados simulação Cenário 2, Tempo médio de atraso

No. Parâmetro	V.P.	Tempo médio de atraso																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
	default	21.11	21.20	21.62	21.38	21.17	20.99	21.13	21.32	21.86	20.56	21.19	21.16	20.82	21.40	21.11	20.72	22.13	21.54	21.43	21.24	20.95	20.96	19.86	20.75	20.49	21.20	20.85	21.86	21.92	20.09	21.13
1	var 1	20.67	20.43	22.18	20.34	21.54	20.95	20.31	21.63	21.12	21.17	20.73	20.51	20.25	21.51	21.04	20.75	22.00	21.04	21.45	21.51	22.39	20.28	21.43	20.91	22.11	21.74	20.65	20.08	19.73	21.12	21.05
	var 2	21.43	21.59	20.27	20.84	20.31	20.66	21.19	21.39	21.00	20.90	21.64	20.86	20.57	20.31	21.01	21.42	21.72	21.93	21.69	21.36	19.87	21.17	20.58	21.27	20.81	20.90	21.21	21.54	20.85	21.13	21.05
2	var 3	21.53	22.01	22.13	21.74	20.55	19.97	20.20	20.85	20.76	22.19	21.21	20.17	20.47	21.62	20.81	21.43	20.76	20.92	20.74	21.18	20.57	20.82	21.35	21.07	21.31	21.86	20.56	20.95	20.35	21.37	21.05
	var 4	21.04	20.50	21.02	20.49	21.48	20.34	21.63	20.83	20.34	20.59	20.18	21.07	20.49	21.00	21.09	21.13	20.40	20.98	21.13	20.28	21.44	20.92	21.36	21.02	20.67	21.22	20.87	19.89	20.72	20.62	20.83
3	var 5	21.31	21.47	21.50	20.87	21.15	20.80	20.53	20.84	21.33	21.25	21.07	21.13	21.28	21.33	20.59	21.39	20.48	21.05	20.40	21.02	20.82	21.71	20.83	20.42	20.69	21.26	21.40	21.04	20.89	20.34	21.01
	var 6	20.50	21.22	21.13	20.47	21.00	21.13	22.06	21.80	21.73	21.27	21.89	21.47	20.87	20.64	20.64	20.75	20.92	20.79	21.23	20.70	20.27	21.08	21.35	21.11	20.87	21.69	20.62	21.26	20.58	20.58	21.05
4	var 7	21.24	20.79	21.41	20.47	20.78	20.30	20.82	21.45	21.39	20.64	21.38	21.18	21.46	20.81	21.11	21.37	20.62	20.84	21.53	20.54	21.11	21.10	21.63	20.29	21.08	20.17	21.17	20.62	20.40	20.44	20.94
	var 8	20.33	20.82	20.61	20.55	20.99	21.50	20.66	20.62	21.04	22.18	20.24	20.23	21.58	20.92	21.00	20.67	21.43	21.43	21.03	22.23	21.06	21.02	21.31	20.96	21.28	21.08	21.85	20.91	22.08	21.89	21.12
5	var 9	20.65	20.50	20.72	21.89	21.60	21.28	21.81	20.88	21.32	20.84	20.48	20.96	21.67	20.32	21.15	21.30	21.88	21.85	21.07	20.81	21.07	21.55	21.57	22.50	21.58	20.70	21.40	21.34	20.89	21.52	21.24
	var 10	20.64	20.14	20.19	20.86	21.41	20.95	20.78	20.31	21.27	20.84	21.42	21.07	20.87	21.40	20.88	21.26	20.70	21.22	20.71	20.55	22.03	21.23	20.26	20.99	21.65	20.88	21.21	20.51	20.48	20.49	20.91
6	var 11	21.02	19.83	21.42	21.12	21.21	21.45	21.01	21.62	20.74	20.92	21.13	20.49	20.03	20.59	21.04	21.22	20.99	21.85	21.68	20.81	21.04	21.40	21.58	21.20	21.00	21.88	21.03	20.92	21.90	21.70	21.13
	var 12	29.23	28.04	26.16	28.33	27.09	28.65	27.50	27.93	28.74	27.15	27.80	27.56	27.32	26.76	28.87	25.38	30.55	25.97	26.96	27.41	26.08	30.00	27.92	27.29	34.24	27.46	27.71	27.22	28.38	29.78	27.98
7	var 13	22.05	20.43	21.04	20.68	21.90	20.82	20.59	20.74	20.78	21.26	22.58	21.39	21.19	22.08	21.39	21.00	21.48	21.62	21.55	21.14	20.30	21.13	20.77	20.75	20.69	20.31	20.90	20.77	20.81	20.86	21.10
	var 14	22.11	21.33	21.60	20.48	21.81	21.64	21.32	20.80	21.38	21.48	22.43	20.45	21.23	21.74	21.23	20.52	21.02	20.92	21.01	21.44	21.54	21.01	21.07	20.70	20.91	21.03	21.24	21.74	20.79	21.55	21.24
8	var 15	22.45	21.83	21.45	22.33	22.12	21.69	22.10	21.07	21.59	20.91	21.26	22.27	21.20	21.21	21.61	21.03	21.09	21.05	21.06	22.12	21.90	21.71	22.36	21.11	20.85	21.35	22.27	21.70	22.06	21.49	21.61
	var 16	21.10	20.95	21.64	20.37	20.48	19.79	21.08	21.50	20.52	21.01	20.64	20.36	20.27	20.66	20.67	20.54	20.65	20.83	20.63	22.01	21.56	21.51	19.68	21.23	21.29	21.32	20.45	20.90	21.15	21.15	20.87
9	var 17	20.71	20.52	21.05	20.99	20.52	21.02	20.63	21.18	20.63	20.46	21.31	20.87	21.93	21.47	21.04	20.53	20.88	20.45	21.20	20.95	20.81	20.75	20.97	20.52	21.04	21.85	21.74	22.16	21.32	21.02	21.02
	var 18	21.09	20.35	21.33	21.77	21.47	21.11	21.27	20.77	20.81	21.10	21.20	21.20	21.13	20.22	22.60	21.36	21.53	20.81	21.84	21.41	22.30	21.06	20.46	21.25	21.09	21.44	21.00	21.71	21.05	20.96	21.22
10	var 19	20.28	21.00	21.07	20.85	20.49	21.43	20.46	20.54	20.12	21.10	21.39	21.65	21.19	20.23	21.07	20.98	20.42	20.98	20.73	20.83	22.23	20.64	20.83	21.38	20.68	21.64	20.52	20.34	21.36	21.48	20.93
	var 20	20.55	21.87	21.49	21.72	21.43	21.40	21.17	21.21	20.66	20.91	21.39	21.11	21.44	21.53	21.56	21.14	21.14	20.80	21.53	21.50	21.35	21.07	21.11	21.84	21.04	21.47	20.54	20.91	21.73	21.07	21.26
11	var 21	20.59	21.29	21.61	21.27	20.62	21.87	20.80	22.16	20.76	21.41	21.46	21.78	20.56	20.98	21.16	21.14	21.14	20.82	21.85	21.09	20.71	21.73	21.42	20.51	21.47	21.05	20.92	21.55	21.13	21.38	21.21
	var 22	21.65	21.17	21.04	20.78	21.58	20.92	21.56	21.56	20.44	21.63	21.39	21.67	21.70	21.63	21.01	22.19	20.97	22.18	22.08	21.67	21.19	21.55	20.63	21.21	20.86	21.22	21.29	21.53	21.85	21.45	21.37
12	var 23	20.44	21.69	20.90	21.61	21.31	21.03	20.89	21.82	21.06	20.36	20.95	22.58	20.51	21.51	21.36	20.68	20.15	21.53	21.19	21.17	20.50	21.94	20.37	20.79	20.84	21.39	21.32	21.57	20.72	20.60	21.09
	var 24	22.04	21.09	21.34	21.11	21.47	21.37	21.13	21.51	21.27	20.71	21.62	20.92	21.61	20.84	20.87	21.94	21.49	21.69	21.00	22.09	21.09	21.60	22.43	20.61	20.84	21.65	20.92	20.37	21.22	21.39	21.31
13	var 25	22.34	24.21	22.69	24.72	24.92	24.57	25.63	23.52	24.36	25.04	23.11	23.29	24.49	25.32	24.28	22.63	24.82	24.38	24.27	22.51	23.59	25.41	24.98	23.90	22.42	23.91	24.93	25.06	23.02	23.01	24.04
	var 26	26.20	23.64	23.56	25.92	25.17	25.77	24.85	24.40	24.03	24.99	24.11	24.77	26.53	24.50	24.76	24.88	24.20	24.87	23.92	24.70	24.43	25.89	24.27	24.59	24.62	25.52	24.55	25.13	24.64	24.72	24.80
14	var 27	20.68	20.90	21.93	20.53	21.17	21.20	20.31	21.62	21.02	21.28	21.20	21.38	20.73	21.30	21.21	20.52	21.79	21.46	20.95	21.42	20.69	21.79	20.65	21.13	21.75	21.45	21.01	20.79	21.39	21.00	21.14
	var 28	21.00	20.87	21.14	20.83	20.69	21.44	22.00	21.03	20.93	21.06	20.91	21.68	21.34	21.63	20.93	21.17	20.18	21.23	22.45	20.45	20.10	21.48	21.20	20.72	20.55	21.54	20.96	20.51	21.02	21.31	21.08
15	var 29	21.49	21.26	20.82	20.77	21.01	20.68	21.42	20.88	21.10	20.72	21.36	20.81	20.50	20.98	21.11	21.14	19.93	20.80	20.89	21.46	20.90	21.18	21.47	22.20	21.57	20.80	20.96	21.56	21.42	21.19	21.08
	var 30	21.78	21.17	21.37	21.58	21.38	21.41	20.56	20.66	21.10	20.30	21.11	22.01	21.00	21.44	21.61	20.70	20.76	20.82	21.81	20.50	21.38	22.45	21.07	21.69	21.39	21.48	20.36	21.60	20.85	21.78	21.27
16	var 31	21.29	20.56	21.34	20.36	20.88	20.48	20.55	21.01	20.84	21.47	21.00	21.03	21.03	22.09	21.04	21.11	21.18	21.70	20.68	21.16	20.64	21.83	21.01	20.68	21.20	21.31	20.86	20.51	21.57	21.37	21.06
	var 32	21.06	21.46	20.91	20.98	21.43	20.99	20.48	20.27																							

Tabela D-4: Resultados simulação Cenário 2, Comprimento médio de filas

No. Parâmetro	V.P.	Comprimento médio de filas																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
default		7.59	7.58	8.21	7.94	7.84	7.73	7.74	7.82	8.01	7.18	7.81	7.63	7.46	7.48	7.65	7.20	8.03	7.83	7.81	7.83	7.51	7.64	6.98	7.54	7.35	7.90	7.44	7.74	8.12	7.00	7.65
1	var 1	7.03	7.23	8.84	6.68	7.30	7.28	6.81	7.58	7.48	7.28	7.19	7.03	6.76	7.31	7.27	7.05	7.84	7.10	7.44	7.44	7.87	6.69	7.19	7.34	7.75	7.51	7.14	6.73	6.46	7.52	7.24
	var 2	7.73	7.83	7.13	7.44	7.26	7.40	7.67	7.79	7.56	7.57	8.06	7.60	7.33	7.28	7.63	7.65	7.73	7.95	7.86	8.06	6.99	7.74	7.14	7.91	7.40	7.70	7.82	7.83	7.54	7.57	7.61
2	var 3	7.92	8.06	7.91	7.81	7.38	6.96	7.28	7.53	7.58	8.44	7.61	7.07	7.45	7.95	7.35	7.98	7.57	7.52	7.47	7.58	7.36	7.59	7.84	7.55	7.71	7.99	7.09	7.41	7.38	7.57	7.60
	var 4	7.59	7.25	7.55	7.35	8.07	6.52	7.69	7.39	7.35	7.35	7.14	7.77	7.31	7.60	7.73	7.62	7.27	7.54	7.58	7.34	8.00	7.63	7.70	7.52	7.42	7.69	7.51	6.95	7.45	7.37	7.50
3	var 5	7.46	7.74	7.43	7.29	7.35	7.13	7.10	7.16	7.52	7.36	7.50	7.32	7.36	7.37	6.91	7.38	7.17	7.32	6.95	6.95	7.10	7.56	7.14	6.88	7.05	7.32	7.32	7.25	7.33	6.91	7.25
	var 6	7.29	7.30	7.23	7.15	7.47	7.24	7.77	7.61	7.51	7.48	7.63	7.51	7.19	7.05	7.08	7.18	7.12	7.30	7.26	7.06	6.91	7.40	7.21	7.22	7.40	7.66	7.21	7.54	7.12	6.95	7.30
4	var 7	7.54	7.28	7.80	7.41	7.54	7.24	7.29	8.01	8.13	7.21	7.68	7.91	7.80	7.48	7.64	7.52	7.51	7.51	7.88	7.46	7.54	7.59	7.90	7.28	7.74	7.21	7.82	7.28	7.17	7.24	7.55
	var 8	6.89	7.06	7.03	7.12	7.39	7.59	7.15	7.12	7.11	7.91	6.80	6.93	7.50	7.42	7.21	7.10	7.61	7.30	7.22	7.76	7.29	7.27	7.27	7.27	7.34	7.05	7.57	7.05	7.86	7.72	7.30
5	var 9	6.85	7.02	6.83	7.61	7.52	7.38	7.82	7.17	7.29	7.06	6.91	7.05	7.47	6.93	7.45	7.38	7.97	7.95	7.21	7.22	7.41	7.56	7.40	8.12	7.52	7.25	7.43	7.41	7.16	7.54	7.36
	var 10	7.34	7.18	7.27	7.50	7.70	7.45	7.38	7.16	7.78	7.30	7.89	7.73	7.51	7.77	7.46	7.80	7.39	7.44	7.46	7.42	8.08	7.48	7.14	7.47	7.77	7.49	7.63	7.10	7.39	7.31	7.49
6	var 11	7.21	6.64	7.26	7.20	7.29	7.62	7.40	7.60	7.15	7.11	7.36	6.94	6.56	7.06	7.24	7.18	7.25	7.64	7.56	7.20	7.39	7.45	7.49	7.40	7.84	7.32	7.19	7.78	7.58	7.31	
	var 12	9.35	8.78	7.63	8.82	8.56	8.58	8.26	8.41	9.01	8.25	8.44	8.45	8.17	7.81	9.03	7.53	9.95	7.82	8.14	8.52	7.91	9.59	8.53	8.13	11.71	8.50	8.40	8.30	8.92	9.58	8.64
7	var 13	7.98	7.30	7.66	7.30	7.63	7.13	7.19	7.07	7.12	7.54	7.88	7.68	7.44	7.91	7.55	7.21	7.41	7.71	7.67	7.37	6.76	7.36	7.11	7.04	6.93	6.81	7.43	7.02	6.99	7.20	7.35
	var 14	7.74	7.54	7.44	7.11	7.64	7.65	7.24	7.18	7.31	7.46	7.92	6.93	7.22	7.54	7.25	7.22	7.21	7.05	7.06	7.64	7.43	7.34	7.15	7.21	7.01	6.94	7.24	7.57	6.98	7.41	7.32
8	var 15	7.84	7.53	7.17	7.65	7.94	7.30	7.69	7.15	7.54	6.96	7.36	7.65	7.24	7.35	7.35	7.36	7.14	7.20	6.98	7.89	7.28	7.58	7.76	7.18	6.96	7.47	7.69	7.53	7.78	7.35	7.43
	var 16	7.43	7.19	7.67	7.13	7.21	6.82	7.24	7.60	6.88	7.53	7.16	7.04	7.09	7.10	7.14	7.15	6.99	7.41	7.18	8.09	7.55	7.82	6.51	7.65	7.42	7.64	7.09	7.38	7.35	7.11	7.29
9	var 17	6.93	7.02	7.16	7.19	6.93	7.35	7.00	7.41	7.15	6.91	7.20	7.24	7.56	7.46	7.22	6.90	7.32	7.00	7.29	7.13	7.12	7.01	7.03	6.93	7.17	7.34	7.54	7.84	7.34	7.21	7.20
	var 18	7.33	6.99	7.51	7.90	7.53	7.38	7.26	7.11	7.40	7.57	7.20	7.38	7.39	6.84	8.15	7.31	7.76	7.16	7.54	7.36	7.83	7.10	6.98	7.56	7.54	7.51	7.31	7.82	7.35	7.07	7.40
10	var 19	6.97	7.39	7.37	7.06	6.98	7.59	6.77	7.02	6.80	7.26	7.34	7.54	7.23	6.91	7.28	7.15	7.05	7.60	6.92	7.19	7.97	6.93	7.13	7.27	7.08	7.54	6.97	7.01	7.51	7.63	7.22
	var 20	7.18	7.78	7.63	7.48	7.35	7.37	7.61	7.34	7.23	7.15	7.57	7.28	7.43	7.39	7.51	7.27	7.40	6.86	7.40	7.70	7.22	7.25	7.37	7.67	7.23	7.46	6.89	7.11	7.69	7.14	7.37
11	var 21	7.08	7.34	7.56	7.47	7.06	7.68	7.16	7.67	7.20	7.36	7.41	7.78	7.11	7.20	7.30	7.38	7.36	7.25	7.67	7.66	6.93	7.66	7.50	6.85	7.43	7.25	7.13	7.21	7.22	7.66	7.35
	var 22	7.53	7.29	7.36	7.20	7.55	7.08	7.59	7.32	6.71	7.61	7.25	7.59	7.30	7.41	7.26	7.73	7.01	7.79	7.89	7.51	7.42	7.32	7.11	7.30	7.11	7.40	7.44	7.53	7.66	7.47	7.39
12	var 23	6.84	7.48	7.17	7.58	7.31	7.24	7.20	7.58	7.10	7.09	7.19	8.23	7.05	7.47	7.35	7.16	6.83	7.43	7.32	7.26	6.97	7.75	6.89	7.15	7.08	7.37	7.48	7.62	6.99	7.01	7.27
	var 24	7.90	7.17	7.51	7.45	7.52	7.35	7.21	7.26	7.44	7.29	7.42	7.26	7.52	7.26	7.07	7.78	7.44	7.59	7.29	8.09	7.34	7.74	8.08	6.92	7.27	7.57	7.44	6.86	7.16	7.56	7.43
13	var 25	8.92	9.88	8.81	9.86	10.36	9.76	10.37	9.57	9.98	10.15	9.07	9.16	9.90	10.04	10.03	9.01	10.23	9.57	9.76	8.99	9.83	10.57	9.99	8.93	8.85	9.66	10.17	10.03	8.81	9.49	9.69
	var 26	8.52	7.51	7.21	8.42	7.97	8.14	7.86	7.65	7.38	7.91	7.53	7.89	8.61	7.65	7.81	8.00	7.55	7.97	7.49	7.74	7.62	8.22	7.62	7.76	7.76	8.19	7.65	7.97	7.68	7.68	7.83
14	var 27	7.17	7.31	7.57	7.14	7.31	7.35	6.89	7.55	7.21	7.26	7.30	7.55	6.91	7.24	7.25	6.94	7.71	7.47	7.19	7.38	7.05	7.61	6.92	7.36	7.54	7.39	7.20	7.14	7.53	7.07	7.29
	var 28	7.29	7.25	7.32	7.31	7.22	7.43	7.88	7.06	7.18	7.17	7.23	7.65	7.40	7.62	7.42	7.33	6.72	7.15	8.00	6.90	6.87	7.57	7.17	7.04	6.86	7.49	7.18	6.98	7.16	7.60	7.28
15	var 29	7.26	7.26	7.16	7.01	7.48	7.15	7.46	7.10	7.34	6.98	7.43	7.19	7.20	7.33	7.26	7.37	6.58	7.22	7.06	7.52	7.15	7.15	7.46	7.94	7.53	7.22	7.15	7.36	7.49	7.30	7.27
	var 30	7.64	7.32	7.34	7.52	7.47	7.42	6.94	7.07	7.23	7.32	7.30	7.79	7.13	7.59	7.48	7.12	7.33	6.85	7.77	7.05	7.41	7.96	7.24	7.84	7.42	7.62	6.91	7.66	7.19	7.59	7.38
16	var 31	7.63	6.86	7.31	6.82	7.22	6.78	7.20	7.17	7.09	7.50	7.17	7.37	7.43	7.76	7.34	7.40	7.28	7.65	7.09	7.37	7.16	7.47	7.27	7.03	7.38	7.35	6.96	6.85	7.47	7.59	7.27
	var 32	7.33	7.47	7.22	7.14	7.59	7.20	6.97	6.95	7.52	7.40	7.39	7.43	7.56	7.64	7.69	7.19	7.40	7.30	7.69	7.22	7.84	7.43	7.24	7.79	7.13	7.03	6.51	7.77	7.24	6.78	7.34
17	var 33	7.21	7.01	7.17	7.05	7.22	7.19	7.15	7.29	7.38	7.08	7.22	7.60	7.56	7.46	6.71	7.04	7.08	7.05	7.48	7.00	7.35	7.05	7.31	7.84	6.96	7.41	6.97	7.60	7.09	6.90	7.21
	var 34	7.25	7.73	7.64	7.50	7.09	7.47	7.22	7.18	7.31	7.90	7.27	7.02	6.89	7.25	7.30	7.82	6.96	7.79	7.12	7.35	7.66	6.80	7.07	7.40	7.45	7.41	7.04	7.49	6.88	7.08	7.31
18	var 35	7.56	7.56	7.76	7.30	7.30	7.35	7.29	7.39	7.35	6.95	7.25	7.56	7.57	7.30	7.06	7.21	7.43	6.89	7.00	7.48	6.90	7.44	7.35	6.92	7.11	7.32	7.44	7.09	7.99	7.44	7.32
	var 36	7.75	7.47	6.97	7.14	7.67	7.52	7.42	7.54	7.11	7.38	7.37	7.46	7.53	7.41	7.67	7.91	7.40	7.27	7.31	7.50	7.50	7.03	7.46	7.02	7.05	7.58	7.45	7.18	7.05	7.08	7.37
19	var 37	7.22	6.76	7.45	7.04	7.18	7.55	7.83	7.34	7.54	7.45	7.45	7.33	7.35	7.50	7.10	7.15	7.08	7.30	7.29	7.15	7.02	7.37	7.30	7.09	7.47	7.38	7.04	7.14	7.30	6.90	7.27
	var 38	6.87	6.86	7.23	7.33	7.72	7.56	7.56	7.73	7.31	7.18	7.43	7.99	7.39	6.89	7.42	7.24	7.23	7.49	7.20	6.95	7.24	6.81	7.40	7.38	6.87	7.17	7.65	7.40	7.10	7.32	7.30
20	var 39	7.22	7.81	7.10	7.13	7.03	7.14	7.51	7.37	7.64	7.12	7.43	7.23	7.13	7.29	7.32	6.93	6.97	7.59	7.48	7.20	7.83	7.34	7.15	7.21	7.65	7.27	6.96	7.56	7.02	7.09	7.29
	var 40	7.26	6.79	7.35	7.04	6.86	7.65	7.30	7.51	6.93	7.59	7.26	7.17	7.13	7.26	7.26	7.34	7.81	7.31	7.55	7.27	7.73	7.04	7.29	7.34	7.32	7.22	7.55	7.70	7.		

legenda:

V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-5: Resultados simulação Cenário 3, Tempo médio de atraso

No. Parâmetro	V.P.	Tempos médios de atraso																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
default		9.51	10.98	11.35	13.23	13.61	10.51	10.78	11.33	12.55	13.43	10.50	10.01	11.51	11.13	11.20	11.34	11.23	11.23	12.67	11.55	12.19	11.68	11.75	12.16	11.53	10.30	9.58	12.69	11.84	11.67	11.50
1	var 1	9.52	11.86	11.66	10.87	11.23	11.19	10.97	10.77	12.06	10.76	10.49	10.58	10.21	10.33	12.04	12.30	11.58	15.33	11.07	10.85	10.09	13.64	10.30	11.52	10.88	10.16	12.80	8.81	10.89	9.27	11.13
	var 2	10.94	12.14	10.95	12.60	13.13	14.01	13.50	11.76	13.01	11.68	11.18	11.66	12.33	10.26	12.47	11.77	12.84	12.21	11.90	14.77	13.78	14.88	11.81	12.75	12.16	11.71	14.29	13.86	11.86	12.41	12.49
2	var 3	12.37	14.21	10.92	12.42	12.70	12.33	10.62	12.24	12.22	11.32	11.99	10.17	9.33	10.62	11.38	11.72	10.23	12.24	10.87	11.58	12.87	11.96	11.04	11.58	12.09	12.24	11.29	12.76	10.08	11.83	11.64
	var 4	10.13	9.83	14.06	15.03	10.94	10.83	11.62	11.05	11.29	11.64	12.63	11.56	12.34	13.80	10.70	10.88	10.35	13.46	11.13	12.15	12.66	10.86	11.26	10.63	9.69	11.62	11.32	11.41	9.75	12.64	11.58
3	var 5	13.48	13.04	11.20	13.03	12.37	11.26	10.09	11.32	11.20	13.93	12.51	11.34	11.26	12.86	11.09	11.45	11.57	10.53	10.91	11.07	11.83	11.88	12.09	11.16	10.86	11.41	11.57	11.63	12.00	11.29	11.71
	var 6	10.88	11.15	10.43	12.17	11.53	9.81	13.17	12.01	11.35	10.05	11.05	12.36	12.03	11.24	12.12	12.41	11.56	10.87	9.04	11.10	12.65	9.94	11.59	12.14	11.68	10.57	11.22	13.44	11.81	11.72	11.44
4	var 7	10.80	11.37	11.03	12.87	10.97	12.00	10.68	11.88	12.31	10.68	13.35	13.49	12.55	13.40	10.51	11.27	10.57	11.80	11.31	13.46	12.31	11.56	12.62	11.35	12.36	13.42	11.26	10.94	10.11	10.53	11.76
	var 8	11.03	11.24	12.52	11.58	11.82	11.37	12.21	12.21	11.88	12.82	10.62	11.67	10.37	13.56	12.51	11.25	10.61	14.67	11.88	12.36	11.63	12.10	12.88	13.68	11.44	10.40	11.71	12.52	12.40	11.60	11.95
5	var 9	11.65	11.41	12.38	11.07	13.74	11.84	10.79	10.91	10.12	11.67	11.17	10.59	12.64	11.70	12.20	11.03	11.36	10.78	12.97	11.30	10.44	12.01	16.69	12.21	12.53	10.82	12.19	11.35	11.23	11.57	11.75
	var 10	10.20	12.08	10.61	14.44	12.56	12.65	12.10	12.56	11.31	10.47	13.04	11.80	12.13	11.99	10.77	10.26	13.13	13.41	12.72	10.27	13.55	10.44	10.54	10.10	11.01	13.09	13.87	10.89	12.38	11.63	11.87
6	var 11	11.49	11.40	10.11	12.98	11.29	10.83	11.52	9.50	11.37	11.99	11.63	13.12	13.29	11.58	11.95	10.80	11.54	12.43	11.29	11.52	11.91	11.14	11.16	11.29	10.47	10.52	10.43	9.60	10.51	14.92	11.45
	var 12	23.36	22.43	20.31	17.59	21.76	17.96	18.13	18.54	14.79	21.95	19.00	20.79	19.91	19.36	17.30	19.89	20.61	18.96	20.98	16.73	17.96	26.47	18.00	17.39	19.37	20.96	18.97	17.48	19.09	18.11	19.47
7	var 13	11.57	11.17	11.15	13.39	11.92	10.68	10.70	10.89	11.10	12.48	12.19	10.85	12.40	11.74	10.65	8.98	11.97	11.13	13.20	11.08	12.45	11.27	13.48	11.73	11.94	11.18	11.24	10.78	12.55	13.33	11.64
	var 14	11.01	12.24	12.61	11.56	11.53	10.57	11.77	11.52	11.14	10.97	12.66	9.95	11.33	13.51	10.51	12.21	11.72	13.24	11.98	12.80	11.31	11.30	10.44	11.38	12.45	11.66	10.55	11.07	11.56	12.62	11.64
8	var 15	14.11	11.63	12.43	13.34	11.48	12.04	13.36	13.34	11.74	10.91	11.27	10.77	10.98	9.94	10.76	10.97	10.45	11.45	12.93	11.96	12.16	15.64	11.74	12.06	10.79	13.19	11.62	13.92	12.50	11.14	12.02
	var 16	10.51	11.93	10.93	10.42	11.83	13.50	11.45	11.41	10.07	10.78	10.56	10.90	12.15	12.41	11.39	11.40	9.58	11.34	13.05	10.50	11.38	10.21	11.51	11.29	12.14	10.73	10.10	10.73	11.01	11.27	11.22
9	var 17	12.29	10.90	12.07	12.55	12.09	12.66	10.08	10.92	12.45	11.45	10.40	10.75	10.55	15.34	10.27	11.25	11.01	11.29	12.71	12.33	10.57	11.30	11.31	11.19	11.34	14.34	12.64	11.82	11.12	12.52	11.72
	var 18	10.97	11.28	10.07	11.16	10.32	10.73	11.87	11.14	13.42	9.11	11.37	9.70	10.62	9.55	11.37	11.74	13.12	11.32	10.36	13.42	10.03	11.86	12.24	13.65	11.02	12.44	11.06	12.68	10.99	11.01	11.32
10	var 19	11.18	11.12	11.03	12.99	10.83	10.58	13.21	10.06	11.19	11.49	12.21	12.00	11.10	10.46	11.16	12.02	11.89	10.77	12.04	12.07	10.70	10.39	9.72	10.65	10.95	12.02	11.14	10.80	12.54	11.28	11.32
	var 20	11.52	12.74	11.94	12.28	12.77	14.35	10.33	11.68	11.18	10.79	10.79	11.73	11.96	10.34	11.61	13.65	12.31	11.25	10.69	13.06	10.73	14.66	11.70	12.13	12.01	11.86	9.65	13.58	12.22	11.73	11.91
11	var 21	10.76	9.94	11.92	12.45	10.48	13.08	10.69	11.22	11.64	12.09	11.04	12.83	11.30	12.77	11.48	11.18	9.77	12.05	11.13	11.83	12.29	9.86	10.27	10.59	10.85	11.41	10.46	11.12	11.34	12.40	11.34
	var 22	11.17	11.78	11.94	11.22	10.19	11.33	10.61	12.82	13.06	12.06	12.45	11.84	13.73	13.09	11.05	12.02	11.71	11.20	12.34	11.04	11.55	11.04	11.60	11.17	12.51	14.20	10.74	10.79	11.86	11.84	11.80
12	var 23	9.40	9.88	14.18	9.71	11.34	9.82	9.68	8.44	9.11	8.55	10.50	11.61	9.69	9.87	11.07	11.30	11.89	9.68	9.38	11.12	10.91	11.10	13.45	10.91	12.87	10.91	9.43	11.07	10.90	9.09	10.56
	var 24	12.73	13.56	12.36	13.18	12.52	12.80	12.35	12.81	11.35	12.23	10.82	12.60	13.87	12.50	12.23	12.41	12.10	13.40	13.37	12.58	14.93	10.79	11.17	11.60	13.47	12.46	12.74	13.76	14.02	13.15	12.66
13	var 25	9.66	12.23	12.86	11.87	10.43	11.53	11.95	13.29	12.05	11.79	11.80	9.57	10.23	10.70	10.80	11.18	13.52	10.73	11.74	11.69	11.76	10.83	13.94	10.76	10.89	10.61	11.18	11.48	11.62	10.35	11.44
	var 26	11.53	11.75	13.21	11.96	11.35	11.76	13.69	15.12	12.43	11.56	11.72	12.81	15.17	10.87	13.87	13.15	12.13	12.34	14.02	13.03	11.92	12.40	13.30	11.48	11.69	13.55	13.41	11.44	12.75	10.97	12.55
14	var 27	10.86	12.13	13.45	10.63	10.80	11.98	12.10	11.91	11.71	11.76	11.28	12.78	13.23	12.73	11.49	12.08	13.13	14.46	13.93	11.02	11.05	10.84	12.00	11.20	11.59	12.33	10.52	11.45	12.32	10.38	11.90
	var 28	10.40	11.02	11.54	9.45	12.22	11.51	10.14	10.74	12.26	11.04	12.08	9.11	11.01	13.05	11.53	12.16	10.64	11.36	10.98	11.24	12.00	10.62	11.89	9.85	11.34	11.96	13.19	12.47	12.14	11.40	11.34
15	var 29	11.53	9.70	11.45	11.90	10.94	11.62	11.04	11.07	12.15	12.42	12.48	14.45	10.60	12.61	11.74	11.95	11.26	12.27	11.02	10.24	10.16	11.43	13.43	13.83	10.64	10.58	11.13	10.99	10.69	11.80	11.57
	var 30	11.77	11.66	11.23	13.36	12.24	10.87	14.73	11.01	11.82	10.44	12.92	12.53	12.15	10.07	10.94	11.59	11.91	12.16	10.23	13.44	12.08	13.62	12.15	11.21	11.27	12.18	11.23	11.11	12.39	12.58	11.90
16	var 31	12.54	12.46	12.42	12.18	11.73	12.06	11.31	13.82	11.49	12.31	12.46	12.01	13.40	12.62	12.73	10.19	10.73	11.72	14.37	10.87	12.74	12.86	10.04	10.70	10.27	10.49	11.50	10.38	11.11	10.14	11.76
	var 32	12.44	11.12	11.96	12.14	10.64	10.35	10.78	10.86	12.35	13.80	11.55	11.46	11.63	10.51	12.83	13.13	13.99	12.09	12.												

Tabela D-6: Resultados simulação Cenário 3, Comprimento médio de filas

No. Parâmetro		V.P.	Comprimento médio de filas																															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média	
default			2.15	2.65	2.70	3.38	3.36	2.37	2.52	2.71	3.03	3.39	2.38	2.33	2.75	2.66	2.56	2.61	2.53	2.60	3.15	3.01	2.86	2.68	2.76	2.97	2.77	2.42	2.07	3.10	2.91	2.91	2.74	
1	var 1	2.18	2.92	2.80	2.64	2.69	3.66	2.50	2.49	3.04	2.53	2.40	2.44	2.33	2.41	2.98	3.17	2.75	4.00	2.57	2.52	2.43	3.40	2.76	2.48	2.83	2.47	2.40	3.29	1.87	2.51	2.10	2.66	
	var 2	2.60	2.90	2.55	3.10	3.20	3.60	3.47	2.82	3.33	2.73	2.70	2.65	2.82	2.37	3.11	2.82	3.12	3.01	2.83	3.71	3.42	3.85	2.91	3.18	2.89	2.80	3.80	3.51	2.77	3.04	3.05		
2	var 3	3.04	3.60	2.53	3.05	3.08	2.92	2.46	2.89	3.05	2.85	2.94	2.31	2.21	2.51	2.75	2.77	2.38	3.06	2.54	2.87	3.06	2.83	2.56	2.74	2.90	3.01	2.72	3.08	2.23	2.82	2.79		
	var 4	2.38	2.24	3.66	3.84	2.56	2.70	2.74	2.60	2.58	2.75	3.06	2.83	2.95	3.42	2.46	2.45	2.39	3.23	2.63	2.91	3.17	2.48	2.66	2.46	2.19	2.78	2.55	2.76	3.20	3.21	2.76		
3	var 5	3.39	3.37	2.54	3.23	2.99	2.65	2.40	2.66	2.73	3.55	3.15	2.76	2.59	3.19	2.69	2.69	2.98	2.46	2.46	2.57	2.88	2.97	2.92	2.69	2.67	2.71	2.72	2.84	2.86	2.68	2.83		
	var 6	2.63	2.64	2.39	3.04	2.76	2.27	3.20	2.90	2.79	2.23	2.63	2.94	2.88	2.64	3.06	2.99	2.78	2.47	2.07	2.67	3.14	2.19	2.80	2.91	2.80	2.42	2.74	3.40	2.90	2.86	2.74		
4	var 7	2.63	2.72	2.64	3.01	2.50	2.93	2.59	2.81	2.90	2.51	3.40	3.38	3.19	3.39	2.39	2.61	2.44	2.96	2.75	3.32	2.97	2.67	3.09	2.68	2.97	3.46	2.73	2.44	2.35	2.36	2.83		
	var 8	2.58	2.59	3.10	2.77	2.94	2.68	3.01	3.08	2.81	3.26	2.37	2.73	2.35	3.37	3.04	2.69	2.46	3.78	2.88	3.02	2.85	2.91	3.11	3.57	2.81	2.40	2.83	3.04	3.14	2.77	2.90		
5	var 9	2.83	2.59	2.94	2.58	3.56	2.94	2.44	2.60	2.27	2.80	2.61	2.51	3.17	2.77	2.98	2.54	2.72	2.50	3.23	2.72	2.31	3.08	4.59	2.99	3.21	2.51	3.03	2.67	2.61	2.72	2.84		
	var 10	2.44	2.96	2.37	3.69	2.90	3.14	2.98	3.02	2.72	2.36	3.28	2.80	3.12	2.87	2.56	2.31	3.37	3.44	3.31	2.41	3.51	2.34	2.55	2.30	2.62	3.19	3.50	2.50	3.03	2.80	2.88		
6	var 11	2.68	2.72	2.34	3.14	2.74	2.55	2.78	2.14	2.71	2.82	2.76	3.17	3.29	2.83	2.88	2.64	2.74	2.80	2.68	2.82	2.93	2.51	2.61	2.64	2.48	2.39	2.44	2.15	2.44	3.84	2.72		
	var 12	6.06	5.94	5.25	4.32	5.78	4.34	4.43	4.47	3.36	5.72	4.74	5.39	5.08	4.88	4.47	4.83	5.33	4.71	5.20	3.86	4.50	5.17	4.68	4.30	4.94	5.71	4.65	4.15	4.87	4.40	4.92		
7	var 13	2.83	2.66	2.68	3.35	2.73	2.44	2.61	2.51	2.61	3.09	3.04	2.59	3.05	2.80	2.40	2.05	2.85	2.66	3.36	2.57	3.19	2.68	3.46	2.79	2.78	2.65	2.58	2.49	3.20	3.30	2.80		
	var 14	2.53	2.90	3.15	2.74	2.69	2.44	2.84	2.82	2.66	2.52	3.23	2.29	2.73	3.29	2.43	2.93	2.77	3.41	2.89	3.20	2.81	2.63	2.37	2.63	3.08	2.74	2.52	2.67	2.76	3.14	2.79		
8	var 15	3.56	2.72	2.93	3.39	2.72	2.74	3.39	3.33	2.83	2.50	2.64	2.46	2.48	2.36	2.47	2.55	2.41	2.64	3.05	2.82	3.01	3.90	2.68	2.83	2.64	3.16	2.70	3.32	2.90	2.48	2.85		
	var 16	2.50	2.87	2.59	2.45	3.02	3.33	2.64	2.71	2.39	2.61	2.54	2.64	2.98	3.02	2.80	2.79	2.14	2.61	3.27	2.39	2.79	2.23	2.89	2.76	2.91	2.47	2.36	2.53	2.58	2.78	2.69		
9	var 17	3.02	2.49	2.89	3.20	2.96	3.01	2.40	2.56	3.07	2.61	2.43	2.58	2.39	4.02	3.31	2.60	2.53	2.66	3.11	3.04	2.42	2.70	2.71	2.63	2.67	3.69	3.06	2.82	2.58	3.08	2.81		
	var 18	2.59	2.72	2.34	2.63	2.44	2.63	2.76	2.76	3.46	2.07	2.65	2.28	2.46	2.20	2.79	2.73	3.30	2.77	2.32	3.39	2.22	3.08	3.00	3.56	2.56	3.07	2.58	3.10	2.64	2.56	2.72		
10	var 19	2.68	2.62	2.67	3.18	2.56	2.34	3.35	2.31	2.73	2.99	3.00	2.94	2.60	2.53	2.77	2.68	2.91	2.53	2.82	2.90	2.60	2.31	2.23	2.42	2.52	2.82	2.72	2.65	3.02	2.72	2.70		
	var 20	2.79	3.13	2.95	3.00	3.18	3.63	2.40	2.81	2.60	2.51	2.57	2.83	2.88	2.32	2.69	3.51	2.86	2.66	2.43	3.22	2.51	3.66	2.81	2.95	3.04	2.93	2.17	3.48	2.95	2.83	2.88		
11	var 21	2.44	2.27	2.80	2.83	2.42	3.24	2.59	2.64	2.72	2.87	2.67	3.24	2.71	3.12	2.75	2.56	2.12	2.84	2.71	3.02	3.07	2.18	2.37	2.47	2.56	2.70	2.41	2.69	2.82	2.98	2.69		
	var 22	2.68	2.82	2.82	2.62	2.41	2.76	2.41	3.12	3.13	2.90	3.06	2.81	3.52	3.31	2.56	2.92	2.74	2.54	2.98	2.68	2.75	2.70	2.97	2.64	2.96	3.40	2.57	2.56	2.86	2.98	2.84		
12	var 23	2.17	2.24	3.61	2.21	2.77	2.29	2.14	1.89	1.94	1.93	2.48	2.87	2.29	2.29	2.73	2.58	2.84	2.15	2.12	2.66	2.69	2.79	3.42	2.69	3.12	2.54	2.09	2.66	2.64	1.99	2.49		
	var 24	3.21	3.45	3.11	3.38	3.17	3.35	2.94	3.19	2.67	3.01	2.50	2.99	3.55	3.14	2.84	2.94	2.90	3.27	3.30	3.09	3.71	2.47	2.66	2.68	3.28	3.06	3.19	3.44	3.55	3.40	3.11		
13	var 25	2.24	3.09	3.24	3.01	2.37	2.71	2.99	3.38	2.88	2.94	2.91	2.19	2.36	2.45	2.62	2.71	3.34	2.55	2.92	2.83	2.93	2.54	3.54	2.68	2.64	2.54	2.72	2.71	2.81	2.47	2.78		
	var 26	2.68	2.70	3.23	2.80	2.56	2.82	3.34	3.94	2.90	2.67	2.62	3.07	3.74	2.42	3.26	3.19	2.69	2.92	3.25	3.01	2.73	2.91	3.26	2.55	2.78	3.26	3.20	2.54	3.05	2.33	2.95		
14	var 27	2.52	2.98	3.41	2.55	2.60	2.92	2.96	2.81	2.93	2.82	2.74	3.08	3.38	3.21	2.74	3.02	3.04	3.67	3.38	2.57	2.72	2.55	2.86	2.66	2.80	3.03	2.41	2.76	2.96	2.31	2.88		
	var 28	2.41	2.59	2.62	2.14	2.93	2.68	2.28	2.50	3.05	2.64	2.92	2.05	2.58	3.22	2.74	3.00	2.46	2.64	2.55	2.72	2.76	2.51	2.89	2.27	2.71	2.95	3.22	3.02	2.96	2.78	2.69		
15	var 29	2.85	2.21	2.69	2.82	2.56	2.73	2.62	2.52	2.98	2.97	3.00	3.66	2.37	2.97	2.79	2.97	2.61	2.85	2.69	2.34	2.27	2.77	3.45	3.50	2.44	2.54	2.75	2.57	2.57	2.72	2.76		
	var 30	2.86	2.76	2.68	3.38	3.03	2.58	3.68	2.57	2.94	2.41	3.06	3.09	2.96	2.22	2.64	2.75	2.83	3.02	2.32	3.38	2.88	3.45	2.91	2.68	2.71	3.01	2.64	2.66	3.02	3.02	2.87		
16	var 31	3.18	3.00	3.02	2.71	2.91	2.83	2.61	3.51	2.76	3.06	3.16	2.89	3.25	3.04	3.16	2.47	2.57	2.76	3.64	2.43	3.19	3.20	2.44	2.52	2.38	2.40	2.77	2.44	2.56	2.38	2.84		
	var 32	2.91	2.65	2.73	3.01	2.49	2.34	2.62	2.55	3.02	3.51	2.77	2.71	2.67	2.47	3.26	3.23	3.49	2.99	3.34	2.70	3.65	3.49	3.05	3.00	2.62	2.24	2.93	3.36	3.24	2.21	2.91		
17	var 33	2.72	2.75	2.33	3.19	2.37	2.60	2.68	2.95	2.91	2.79	2.29	3.06	2.67	2.74	3.04	2.51	2.49	2.40	3.13	2.50	2.64	2.39	2.88	3.04	2.46	2.67	2.67	2.57	2.72	2.98	2.70		
	var 34	2.33	2.49	2.43	2.93	2.58	2.70	2.52	3.75	2.86	2.79	2.81	3.26	2.53	2.88	2.94	2.56	2.83	2.00	2.78	2.94	2.41	2.19	2.59	2.47	2.68	3.22	2.91	3.08	3.08	2.54	2.73		
18	var 35	2.51	2.92	2.76	3.07	2.78	2.90	2.86	2.56	2.19	2.55	2.36	3.23	2.90	2.66	2.84	2.85	3.03	2.58	2.99	2.08	2.79	2.88	2.77	2.58	2.59	2.52	3.43	2.79	2.76	3.08	2.77		
	var 36	2.81	2.63	2.73	2.15	2.49	2.83	2.58	2.63	2.97	3.69	3.43	2.29	2.43	2.96	2.79	2.49	2.90	3.09	2.69	2.49	2.75	2.80	2.48	2.37	2.31	2.50	2.98	2.38	2.53	2.99	2.71		
19	var 37	2.52	2.98	2.49	3.00	2.85	2.44	2.41	3.40	2.46	2.38	3.04	2.73	2.87	2.77	2.59	3.23	2.20	3.07	2.61	2.33	2.91	2.63	2.80	3.00	2.55	2.46	3.42	2.71	3.22	3.32	2.78		
	var 38	2.75	2.69	2.86	2.50	2.44	2.63	2.57	2.67	2.85	2.44	3.35	2.86	2.73	3.61	2.44	2.77	2.58	2.77	2.45	2.16	4.14	2.44	2.96	3.00	2.45	2.52	2.61	2.53	2.99	2.43	2.74		
20	var 39	2.37	2.45	3.33	2.47	2.50	2.70	3.19	3.11	2.58	2.53	3.42	3.35	2.44	3.59	2.46	2.85	2.76	3.58	2.83	2.88	3.28	2.70	2.80	2.36	2.83	3.15	3.67	3.45	3.05	3.23	2.90		
	var 40	2.17	2.81	2.44	3.15	2.69	3.08	2.79	2.69	2.53	3.48	2.43	2.67	2.45	2.34	3.00	2.67	3.12	2.77	3.51	3.35	2.38	2.42	2.28	2.76	2.79	2.82	2.41						

legenda:

V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-7: Resultados simulação Cenário 4, Tempo médio de atraso

No. Parâmetro	V.P.	Tempo médio de atraso																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
1	default	34.57	34.10	35.52	34.80	33.19	34.05	33.85	32.53	34.36	32.70	33.07	33.54	33.17	33.36	35.06	33.45	33.44	36.47	34.38	33.88	34.52	34.51	35.43	34.84	33.16	34.24	34.21	31.84	34.12	33.92	34.01
	var 1	34.15	34.41	34.37	35.04	34.67	34.33	33.89	34.61	32.54	35.13	34.24	35.10	34.56	34.18	33.25	34.64	34.61	34.48	34.07	34.08	35.62	35.36	34.13	32.62	34.00	34.39	35.65	33.11	34.64	34.67	34.35
	var 2	33.23	35.04	35.26	34.31	35.72	35.47	33.30	33.38	34.14	33.27	34.92	33.51	33.67	34.20	35.26	33.42	33.81	35.78	34.83	34.14	34.63	34.02	35.23	34.36	34.98	34.97	33.19	35.20	34.67	34.71	34.37
	var 3	33.77	35.92	34.30	34.80	32.46	35.03	36.03	34.10	33.50	33.03	34.70	34.68	33.26	33.54	34.89	35.06	35.38	34.71	33.84	33.81	35.04	33.70	34.22	33.60	33.71	33.48	34.96	34.95	34.04	34.30	34.29
2	var 4	33.24	33.64	35.14	34.23	33.91	33.86	32.60	34.88	34.61	34.50	34.39	34.88	34.03	32.85	34.83	33.79	34.02	34.17	33.72	34.69	34.12	32.96	34.32	34.45	33.43	33.60	34.52	34.31	33.28	34.04	
	var 5	34.07	35.92	33.98	34.79	34.64	34.88	35.15	35.25	33.56	33.30	35.37	35.95	34.37	34.51	34.26	33.74	34.99	33.61	35.04	33.86	34.50	34.04	34.31	35.30	32.30	33.65	34.05	33.81	33.57	33.80	34.33
3	var 6	35.13	34.71	32.94	32.87	33.89	32.15	34.54	34.36	33.94	35.87	33.84	35.01	34.21	34.59	34.00	33.93	33.54	35.25	33.53	35.03	33.59	33.32	35.07	34.42	32.15	35.09	34.69	33.84	37.28	33.04	34.19
	var 7	33.55	34.64	33.85	38.11	34.54	34.67	32.26	33.77	34.27	33.82	34.74	34.06	33.70	33.62	34.40	34.08	33.36	34.11	34.43	35.09	34.31	35.35	34.73	34.18	33.96	33.81	35.05	34.13	33.67	34.71	34.30
4	var 8	34.78	35.85	33.69	34.99	34.45	33.48	35.40	33.36	34.53	34.65	34.26	33.74	34.47	34.55	32.70	34.81	34.86	34.47	34.75	32.77	33.21	33.70	34.01	35.30	33.18	33.20	34.78	33.28	33.12	32.92	34.11
	var 9	32.99	33.22	34.45	35.43	33.51	35.54	35.67	33.98	34.32	32.77	35.21	35.98	35.42	32.94	34.67	34.45	33.36	34.02	34.70	34.79	34.50	34.69	33.02	34.24	33.47	31.87	34.15	33.86	33.94	34.20	
5	var 10	33.47	35.00	33.68	33.49	33.25	33.96	34.59	34.67	35.24	33.87	33.70	34.71	32.96	35.53	33.98	35.07	34.01	34.42	33.00	34.86	33.72	35.91	34.03	34.38	35.25	33.60	32.03	33.77	34.52	34.39	34.17
	var 11	34.31	33.12	33.70	33.44	34.03	34.35	34.92	32.55	34.77	33.76	32.28	35.71	34.83	33.97	35.66	33.58	35.19	35.21	35.19	34.24	34.17	35.09	34.30	34.12	35.50	33.92	33.47	33.03	34.19	33.07	34.19
6	var 12	63.83	48.35	49.67	62.62	60.24	53.71	55.31	55.99	49.87	50.71	51.43	57.74	51.81	48.67	54.85	60.50	65.14	82.36	48.20	53.21	56.96	46.21	61.60	54.15	54.34	56.45	74.14	62.31	49.53	50.93	56.36
	var 13	33.70	33.79	35.33	34.53	34.83	34.66	31.79	34.29	34.15	34.12	36.37	32.52	33.66	32.57	32.71	32.88	33.21	33.75	34.63	35.17	34.92	34.71	34.83	34.48	33.30	36.69	33.92	32.38	33.52	32.26	33.99
7	var 14	34.69	33.63	33.98	33.34	34.29	34.98	33.63	33.41	32.19	34.96	35.00	35.11	33.31	33.12	34.68	32.97	35.83	34.64	34.86	33.66	33.87	33.71	35.27	35.04	34.15	35.20	34.38	34.02	33.84	34.19	
	var 15	33.34	34.85	35.39	34.10	33.13	34.37	34.83	33.65	33.95	32.60	34.78	33.82	34.21	34.38	34.17	34.70	33.85	31.37	34.84	34.39	34.18	34.92	35.03	33.17	34.65	35.78	35.88	34.74	35.13	33.32	34.25
8	var 16	20.12	17.37	16.78	48.22	27.11	41.24	34.93	17.19	21.28	20.92	18.83	24.36	17.06	36.83	31.78	26.96	19.09	54.51	42.44	33.23	20.76	40.86	15.97	17.06	34.75	14.49	17.51	16.06	22.69	26.55	26.56
	var 17	24.66	25.56	25.44	52.86	67.49	24.83	31.65	23.39	21.69	31.79	40.02	26.45	39.21	38.49	20.11	24.07	17.11	23.32	50.18	23.50	30.39	32.21	57.95	25.86	30.62	16.31	21.93	38.58	46.87	42.08	32.49
9	var 18	31.81	24.87	26.06	44.72	24.41	25.25	44.65	16.22	22.00	30.07	19.81	30.55	25.17	53.56	16.27	24.59	58.46	25.38	17.20	31.09	42.10	42.81	33.15	34.82	23.20	16.03	25.61	51.33	23.41	35.11	30.66
	var 19	24.14	24.70	21.06	21.17	34.42	58.52	36.52	33.12	37.07	14.05	49.26	33.53	16.71	57.24	26.54	21.54	19.00	24.61	28.50	21.39	27.21	26.50	47.75	30.44	23.93	24.65	36.04	16.59	51.76	22.18	30.34
10	var 20	24.81	20.82	21.54	18.65	27.33	23.10	31.66	14.47	37.75	25.62	37.79	26.70	38.29	51.26	29.26	51.49	22.12	22.26	25.81	52.26	22.50	20.21	66.91	23.67	37.25	29.67	35.24	24.54	18.59	20.01	29.42
	var 21	36.78	29.53	28.42	24.00	34.67	18.15	16.49	24.41	44.14	43.05	19.35	30.20	34.83	30.54	34.38	38.29	17.05	35.04	61.12	24.07	18.65	63.70	48.75	32.84	35.48	25.86	17.65	25.94	21.60	22.58	21.34
11	var 22	27.57	24.67	17.04	29.68	27.20	26.82	23.86	22.44	24.09	37.96	40.72	31.43	31.07	31.71	23.13	25.49	23.75	29.60	36.27	26.32	35.72	37.20	20.41	33.96	29.98	19.93	18.52	29.46	31.16	28.17	28.16
	var 23	22.53	39.43	23.10	41.76	49.61	40.12	33.66	28.16	29.40	18.16	18.32	17.62	26.47	45.55	20.25	25.69	24.68	32.43	24.74	22.84	32.24	29.26	14.58	26.70	29.18	38.86	23.12	30.61	16.82	26.71	28.42
12	var 24	30.74	55.11	19.37	23.25	21.34	21.10	26.52	38.52	48.62	24.53	33.93	64.77	37.17	12.83	28.62	28.75	23.87	38.83	31.97	57.62	44.10	50.52	26.05	23.42	44.95	38.99	42.62	31.80	35.18	31.72	34.73
	var 25	20.72	14.79	26.36	34.00	30.35	23.56	18.01	22.13	26.68	12.67	19.20	30.41	21.63	22.06	18.41	27.98	29.92	49.01	19.16	20.91	47.95	30.52	22.84	43.10	22.57	24.44	24.43	23.58	23.33	28.95	26.02
13	var 26	47.41	41.35	58.44	45.55	61.24	44.78	58.90	55.12	44.18	38.37	24.39	37.72	59.12	28.84	38.90	34.06	39.86	77.68	67.44	84.27	43.84	61.76	43.98	46.48	47.38	48.75	53.95	48.32	59.52	32.86	49.15
	var 27	26.84	23.99	20.02	29.37	25.31	29.05	22.33	27.01	42.19	19.45	22.40	36.03	28.57	18.05	36.89	45.47	34.53	25.53	43.67	29.92	15.52	24.70	41.95	46.29	17.14	22.18	18.88	25.09	47.38	24.03	28.99
14	var 28	26.57	45.23	20.22	18.77	22.88	32.56	75.34	20.38	27.18	52.69	20.75	37.72	21.78	13.93	25.06	30.44	18.71	18.71	33.20	25.56	41.19	36.55	41.38	33.03	22.88	31.88	87.80	16.19	28.22	21.75	31.62
	var 29	27.71	22.72	17.30	45.92	15.14	24.09	42.23	73.84	30.68	20.15	22.73	21.88	26.72	28.23	21.31	38.54	16.03	30.44	21.06	21.42	23.89	29.13	17.39	17.95	26.03	20.58	43.61	39.39	54.50	15.75	28.55
15	var 30	26.31	33.37	23.77	38.38	28.59	36.77	31.50	12.52	20.93	18.12	32.38	31.50	41.57	27.99	36.49	50.24	21.78	37.69	35.39	24.51	33.28	21.68	27.47	24.36	26.78	29.10	50.49	44.38	26.47	21.56	30.02
	var 31	55.21	20.72	14.65	20.45	22.83	25.51	18.21	33.15	26.89	32.75	32.09	34.64	63.33	25.71	26.74	31.67	21.68	17.35	36.43	17.39	38.47	42.35	17.17	33.84	29.91	28.28	24.11	30.01	26.20	40.58	29.61
16	var 32	30.63	24.71	29.29	28.87	54.40	21.66	32.88	40.76	28.00	15.10	25.95	23.42	26.58	24.44	32.67	22.23	27.22	29.86	25.09	29.05	18.28	20.32	37.38	32.17	18.45	21.39	29.81	42.74	21.43	41.91	28.56
	var 33	30.95	20.06	28.36	19.62	26.60	31.87	51.17	26.02	26.80	26.09	33.01	26.51	24.73	19.64	36.99	27.57	26.20	32.11	24.53	35.31	31.00	28.74	40.94	23.12	35.52	28.20	17.95	38.18	24.02	25.81	28.92
17	var 34	16.84	45.80	29.39	24.22	45.16	31.83	28.30	40.93	60.00	20.94	27.80	29.66	13.80	21.36	30.19	21.00	31.03	39.96	39.91	50.00	30.29	39.90	24.77	16.06	30.78	20.83	26.26	41.74	21.64	22.42	30.76
	var 35	18.32	24.77	16.72	33.50	21.02	16.74	24.83	32.12	27.59	23.56	19.18	19.19	30.40	12.66	36.00	14.54	16.36	29.96	19.08	17.81	26.69	38.87	30.98	30.86	21.60	41.78	30.23	64.59	25.77	50.68	27.22
18	var 36	50.30	58.84	49.07	31.63	47.80	22.24	17.12	30.62	29.00	27.45	21.34	39.98	46.53	16.57	25.83	14.04	21.08	23.69	17.21	14.89	43.09	24.11	23.15	28.23	24.12	32.09	14.69	21.15	55.21	20.20	29.71
	var 37	18.39	22.07	24.98</																												

legenda:

V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-8: Resultados simulação Cenário 4, Comprimento médio de filas

No.	Parâmetro	V.P.	Comprimento médio de filas																														média
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	default		18.65	18.13	19.38	18.97	17.76	18.18	18.19	17.24	18.46	17.49	17.62	17.35	17.34	17.26	19.08	17.42	17.39	20.21	18.60	18.17	18.75	18.64	19.03	18.72	17.76	18.58	18.49	16.67	18.41	17.71	18.19
1	var 1		18.86	18.42	18.99	18.89	18.54	18.34	17.75	18.28	17.37	19.03	18.22	19.26	18.62	18.54	17.75	18.63	18.31	19.24	18.55	18.26	19.17	19.62	18.13	17.17	18.61	18.22	19.53	17.47	18.59	18.71	18.50
	var 2		17.48	18.85	19.29	18.21	19.23	18.92	17.55	17.36	18.80	17.65	18.53	17.53	17.61	16.99	19.26	17.78	18.11	19.68	18.76	18.15	18.64	18.24	19.09	18.39	18.82	18.16	17.60	18.89	18.43	18.76	18.36
2	var 3		17.65	19.67	18.45	18.62	16.97	19.39	19.09	18.34	17.81	17.45	18.81	18.78	17.74	17.94	19.07	18.80	18.86	18.75	18.37	18.53	18.98	17.91	17.83	18.27	17.88	17.53	19.11	18.84	18.37	18.40	18.41
	var 4		17.43	17.49	19.27	18.43	18.48	17.98	17.47	18.85	18.46	17.93	18.36	18.94	18.52	18.50	17.65	19.06	18.01	17.98	18.30	18.23	18.64	18.36	17.32	18.10	18.83	18.11	18.04	19.00	18.49	17.60	18.26
3	var 5		18.26	19.39	18.33	18.62	18.58	18.75	18.66	18.68	17.94	17.89	18.80	19.43	18.32	18.54	18.63	18.01	19.11	18.14	18.89	18.13	18.43	18.00	18.25	18.58	17.18	18.29	18.25	18.40	17.82	18.27	18.42
	var 6		19.11	18.26	17.69	17.81	17.97	16.97	18.95	18.25	18.52	19.84	18.11	18.65	18.42	18.38	17.84	18.47	17.81	19.39	17.85	19.15	17.91	17.94	19.31	18.47	16.88	18.84	18.51	18.30	20.86	17.46	18.40
4	var 7		17.94	18.70	17.82	21.32	18.58	19.18	17.21	17.87	18.57	18.01	18.50	18.34	17.68	18.02	18.67	18.12	17.16	18.31	18.32	19.00	18.45	19.09	19.06	18.87	18.28	18.12	19.07	18.17	17.85	18.64	18.43
	var 8		18.89	19.62	17.70	18.93	18.09	17.53	19.33	17.75	18.59	18.92	18.32	18.41	18.74	18.80	17.62	18.73	18.97	18.64	18.85	17.16	17.83	17.78	18.08	19.07	17.31	17.58	18.94	17.52	17.47	17.31	18.28
5	var 9		16.99	18.04	18.53	19.03	17.66	19.09	19.74	17.95	18.32	17.68	18.99	19.67	19.27	17.52	18.47	18.80	17.81	17.93	18.95	18.42	18.66	18.68	18.88	17.67	18.30	18.21	16.88	18.39	18.32	18.06	18.36
	var 10		18.05	18.70	17.62	17.61	17.55	18.23	19.12	18.80	19.40	18.26	18.00	19.01	17.60	19.27	18.36	18.61	18.79	18.46	18.08	18.83	17.92	19.70	17.83	18.51	18.91	17.58	16.35	17.69	18.90	18.25	18.33
6	var 11		18.58	17.45	18.29	17.81	18.07	18.18	19.10	17.38	18.55	18.23	17.09	19.59	18.85	18.22	19.17	18.33	18.92	19.09	19.01	18.22	18.54	19.21	18.41	18.29	19.19	18.40	17.69	18.04	18.20	17.22	18.38
	var 12		31.79	22.38	23.20	30.72	29.61	25.11	26.14	26.68	23.37	24.17	24.45	27.62	24.48	22.27	26.67	29.24	33.69	42.65	22.00	25.62	26.87	21.21	29.83	25.31	26.00	26.63	38.88	29.65	23.09	23.64	27.10
7	var 13		17.72	17.92	19.75	18.23	19.15	18.46	16.59	18.45	17.97	18.62	20.02	17.06	17.90	17.27	17.63	17.57	17.48	17.95	19.04	19.42	18.30	18.58	18.49	18.60	17.73	19.80	17.58	17.03	17.27	16.74	18.14
	var 14		19.16	18.20	18.47	17.72	18.61	19.16	17.85	17.99	17.00	18.87	18.33	18.86	17.63	17.75	18.25	17.86	19.27	18.91	18.64	17.81	18.27	18.44	18.00	18.89	18.96	18.08	18.75	18.65	17.67	18.07	18.34
8	var 15		18.03	19.00	18.93	18.45	17.51	18.04	18.85	18.32	17.96	17.22	18.74	17.86	18.04	18.56	17.95	18.76	17.64	16.03	18.42	18.43	18.41	18.53	19.15	17.49	18.46	19.47	19.27	18.85	18.40	17.02	18.26
	var 16		8.20	6.70	6.34	24.57	12.48	20.18	16.45	6.53	8.86	8.35	7.68	10.09	6.44	17.31	13.56	11.14	7.48	26.02	19.88	14.76	8.17	17.98	6.09	6.60	15.37	5.58	6.81	6.21	9.20	10.94	11.53
9	var 17		10.01	10.78	10.42	26.52	33.56	10.08	13.95	9.68	8.81	13.53	18.50	11.84	17.48	18.26	7.69	9.58	6.49	10.46	26.22	9.64	13.13	13.57	26.11	10.62	12.58	6.29	8.51	16.82	23.09	20.51	14.38
	var 18		13.48	10.11	11.43	22.55	10.20	11.08	20.49	6.57	8.96	13.40	8.78	14.16	11.34	26.77	6.50	10.76	28.06	11.94	6.61	13.52	20.46	18.69	13.92	15.82	11.21	6.07	10.66	23.95	9.63	15.27	13.75
10	var 19		9.95	10.43	8.39	8.91	15.05	32.19	17.26	15.02	16.57	5.26	24.45	16.01	6.28	26.14	12.45	8.69	7.61	10.80	11.81	9.46	12.71	12.69	25.34	12.76	9.51	11.32	15.05	6.17	25.01	9.24	13.75
	var 20		10.38	8.96	8.80	7.20	11.21	9.20	13.75	5.20	15.94	10.68	16.12	10.85	19.13	14.14	12.79	22.81	11.19	8.66	10.84	24.02	8.85	8.07	33.83	10.46	18.61	12.90	15.96	8.91	6.99	7.98	12.82
11	var 21		17.70	12.38	11.64	10.18	15.77	7.07	6.08	10.00	19.40	19.41	7.43	14.24	17.28	14.62	18.04	6.99	15.59	30.86	10.84	8.02	31.82	21.87	14.57	15.27	11.86	7.00	11.19	8.62	9.42	8.50	13.76
	var 22		11.43	10.01	7.21	13.38	11.16	11.14	9.74	9.63	9.85	17.88	18.00	15.55	13.57	14.44	8.94	10.20	11.12	12.02	15.29	11.21	15.42	16.89	8.07	14.71	14.77	8.83	7.26	14.90	13.40	11.76	12.26
12	var 23		9.62	17.72	9.52	19.48	25.82	17.56	14.56	11.78	12.60	7.01	6.99	7.12	13.46	22.92	8.73	10.43	10.20	14.42	10.52	9.67	14.67	12.42	5.51	10.98	12.48	17.77	10.19	13.51	6.42	10.85	12.50
	var 24		12.64	26.41	7.50	9.36	9.09	8.40	11.08	17.28	22.58	9.95	14.32	34.53	16.84	7.47	11.76	12.66	9.46	17.13	14.72	31.14	20.99	24.83	10.43	9.04	21.23	18.69	20.22	13.91	15.56	13.68	15.76
13	var 25		8.41	5.54	11.80	14.75	13.06	10.05	7.15	9.23	11.32	4.50	7.83	14.09	8.56	9.45	7.34	11.81	13.20	23.96	7.51	8.78	21.27	13.05	9.16	19.23	9.01	10.40	11.20	10.60	9.91	12.90	11.17
	var 26		21.77	17.83	33.96	19.53	29.50	21.82	26.51	25.38	19.43	18.72	10.78	16.84	32.28	11.21	18.19	16.31	17.06	41.65	31.01	41.53	19.77	31.55	21.81	24.86	23.73	26.75	24.03	23.21	27.84	14.27	23.64
14	var 27		10.91	9.77	7.65	12.30	10.72	12.65	9.69	11.36	18.84	7.84	9.75	16.17	12.88	6.70	16.18	19.74	14.43	11.51	19.51	13.09	5.70	10.14	19.25	19.86	6.65	8.85	7.27	11.29	21.94	10.08	12.42
	var 28		11.07	21.07	8.19	7.19	9.55	16.17	38.55	8.02	11.43	28.20	8.13	16.49	9.39	4.94	9.99	14.27	7.42	7.87	15.20	12.50	18.15	15.59	19.42	14.33	9.45	14.06	41.88	6.26	11.86	9.14	14.19
15	var 29		12.03	9.64	6.58	20.91	5.63	10.62	18.90	40.15	12.74	8.12	9.69	8.86	11.27	11.95	8.69	17.56	6.17	13.06	8.55	9.13	9.62	12.59	7.04	7.19	10.76	8.41	19.72	18.45	26.59	6.09	12.56
	var 30		11.50	15.33	9.79	16.10	12.10	18.43	13.50	4.47	8.58	7.36	8.81	13.90	19.38	11.53	15.96	23.87	8.72	16.81	15.45	10.36	17.69	8.90	9.90	9.93	10.93	12.66	26.53	20.97	10.82	9.00	13.31
16	var 31		25.58	8.88	5.47	8.10	9.39	10.23	7.08	14.35	11.40	14.65	14.35	14.64	33.17	11.87	11.06	13.62	8.72	6.68	16.92	6.83	18.04	19.86	6.55	14.65	12.04	11.56	9.76	13.09	11.59	18.58	12.96
	var 32		13.41	10.96	12.21	11.80	24.41	8.66	14.12	17.38	12.26	5.83	10.92	10.00	10.8.																		

Tabela D-9: Resultados simulação Cenário 5, Tempo médio de atraso

No.	Parâmetro	V.P.	Tempo médio de atraso																													
	default		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	var 1		34.09320068	49.98407745	35.89488981	41.46662903	46.18001938	48.4913826	39.01980209	42.99009933	53.71511841	44.4015274	31.07074738	35.79819488	40.39421082	47.14968109	51.4106636	36.09331131	46.03094864	37.15462494	56.13356018	40.95066613	33.74842834	40.17801666	34.82238682	43.63070679	38.49284744	36.28022372	30.73925591	56.52518845	44.13426208	39.97893524
	var 2		37.29484177	32.45464325	41.80667825	55.1730957	30.12581825	36.71213531	38.04124069	50.94351104	35.01010513	36.79386139	42.36357498	32.92707062	29.16724014	55.32727814	45.77042389	34.55662537	42.29867554	37.4565239	38.86203766	46.53767395	48.28538895	41.70027542	42.13805389	28.57175255	36.16864395	32.41604996	34.3354454	56.29816437	30.52972603	32.66668701
	var 3		40.77339935	45.94488225	35.63655472	35.40877533	41.46659088	41.21553421	38.91338348	43.24465158	35.6713527	41.26088333	34.032756	33.47573471	34.3116364	36.47354126	47.71324158	38.60158157	40.19441223	38.03679657	34.57533264	53.07365417	59.42217686	39.44199753	32.78104019	46.26517105	36.10899734	41.7099762	32.88347626	35.4329567	52.8069921	51.71324158
2	var 4		31.51160431	42.43302536	32.24126053	52.34812927	40.16916656	46.07132339	41.26602554	41.46404839	46.55548859	42.21986389	36.62123489	36.60949651	52.51638031	36.21815109	64.0415895	41.18783951	34.52003653	43.68609691	39.87540436	52.81008911	44.94748306	38.9573555	57.46192169	48.19769287	42.16593933	30.0233689	44.22560883	36.6886295	40.64185715	36.1180292
	var 5		38.2339833	31.22537231	40.78520584	36.8658451	46.49850542	39.96974564	44.15588379	41.08724213	31.20928072	51.55367279	45.2573514	50.19116592	36.43856049	34.25416565	33.76922607	34.20877838	52.63632584	37.0077095	43.63195801	42.66672516	50.06145096	32.7473526	38.59735489	32.71115112	36.52935028	33.96839329	39.67902374	41.97910839	49.8273154	47.10905457
	var 6		70.02985382	34.59597778	40.28556442	36.93692184	38.80751038	43.5674057	45.1770401	38.83983803	32.3366943	51.3678109	34.34564209	35.7430687	31.21292596	33.07341003	31.84225653	44.2127353	36.64162064	42.328678	45.56753159	42.50032043	35.66799134	34.80339813	34.37879181	49.90105683	36.92889032	44.81120682	33.78432465	41.10216904	34.20417404	34.79572678
3	var 7		35.92793655	36.28588667	37.23621175	40.99785995	34.21440125	46.51791	36.09409576	36.6217331	54.5882386	30.0037384	43.7905462	33.89322662	54.01486588	35.14716339	39.12179947	45.34965897	36.85280914	32.69063584	33.82140042	40.13655472	42.94499969	38.52364731	38.05421448	42.80678558	59.9352649	46.36152649	44.0821436			
	var 8		44.37636566	32.23212433	38.45277023	51.23751831	33.67212677	29.13804436	34.22438812	37.17748642	40.4111755	32.66152191	43.68891144	47.88019943	32.2749176	42.1476326	45.0946846	39.9617157	33.12889481	41.65401459	35.99479294	47.45481873	38.34117889	33.31505432	38.30873597	44.99172974	39.38916397	51.265522	43.59917068	40.67688844	36.61762238	
	var 9		34.34101486	50.12376022	63.08537674	43.35420609	49.96991348	36.92026901	47.85787201	35.98909378	46.84036666	51.8767395	35.3297461	43.46370697	35.41080856	52.2805748	48.92336273	46.92084122	37.99296951	37.16679764	42.83681488	36.56847763	37.90730286	55.7129631	50.26477051	45.06709671	43.63415146	53.56249804	40.1310592	44.97524643	37.85157776	
4	var 10		42.39310333	41.42087936	49.53207016	43.22237396	31.52763367	56.89375687	37.78978729	37.19263077	41.52249527	36.16323	39.0285604	41.17649078	43.32249451	49.70899963	43.5725174	34.437397	40.0825912	41.15976715	39.47834969	36.58264542	41.72108841	36.28281403	34.13252258	37.68317795	39.94571686	53.97906876	36.60579681	33.27117538	49.85933685	
	var 11		35.40700851	41.69274521	40.62162399	64.80979156	50.50144196	42.01137543	43.22236633	36.71385574	36.15091705	29.285585	33.83469772	34.25265396	36.1730957	58.64543915	32.3944569	41.02692955	55.40935516	33.36210251	41.46670532	37.03909683	37.62927638	36.4058876	48.45820618	33.18094635	38.75848007	38.95351028	32.91884232	31.46895248	55.32514267	
	var 12		36.10034561	36.55896759	44.5576973	47.15912247	43.73099457	38.55688477	38.65193939	34.22687912	46.10249329	32.1534729	40.6025814	47.40442276	51.0318985	47.22472	39.13002396	46.52772141	33.14436272	36.62014389	42.8944397	32.68768311	35.04829788	48.8688278	47.25654221	43.8105274	34.15924072	42.39727783	36.92777318	51.93009657		
5	var 13		136.3791809	173.715344	116.033493	118.7597809	91.26902771	154.5216827	186.6481323	157.1490326	136.9746094	119.1164322	127.8226166	159.9974213	126.580638	118.7701714	140.0477448	146.1661224	99.6773356	115.4045868	88.67211151	52.1123199	178.0423584	126.7679291	173.7942047	141.4074097	128.0513153	169.5644864	128.2547419	136.2844666	118.3447647	142.0440975
	var 14		59.3784415	45.03954315	39.2251346	45.14238358	39.69750977	35.1582222	40.4025421	39.48072468	40.67091797	46.63417053	36.97414017	38.71620108	39.4566122	38.43146133	39.22520828	34.43325043	48.1390616	46.58520126	49.40749359	35.25177765	46.939991	49.18519974	57.45526123	34.14796448	33.41923141	54.19153676	42.55707932	37.98174286	39.65540314	
	var 15		36.15129852	30.18418121	41.7488993	32.82162129	39.30528641	40.47169495	49.69275665	33.92196653	37.97042084	33.05038452	31.68597603	45.2944095	48.93401337	34.19532329	29.93807793	30.84645508	58.38255692	41.04044342	47.7548172	41.78873561	41.57420731	39.97612762	31.1199646	51.5322895	40.68078613	32.68623323	40.24549103	47.10238266	46.2345811	32.64082023
6	var 16		61.91725159	47.60656948	39.6744308	43.73789597	39.55907059	52.55415726	41.94683456	36.1004892	43.53093719	41.89241409	50.49705305	40.25402069	40.27637863	51.75853348	36.54628372	40.69675064	34.3822397	46.46889114	41.08262634	39.1476507	35.63804628	42.80959884	52.80263919	42.8195281	32.54016495	41.26675451	44.17967068	40.81552882	52.34952927	47.14895278
	var 17		33.21956527	33.0376196	32.3399579	32.3399579	44.17812729	32.13182831	59.85414886	46.12676731	46.72190857	33.15084477	29.4110093	36.79679457	36.48997498	35.263438	36.9263438	48.73687186	37.3559522	41.0026999	43.2159609	43.91582277	42.98069733	31.72445786	38.46008827	43.42884853	30.5786514	42.92270027	34.2258995	40.9495163	32.2501755	
	var 18		47.15207291	50.9905667	46.6228944	50.58457947	35.21542124	35.51943207	38.98935699	43.79912186	45.75795364	37.78630525	32.1372073	38.22661623	33.18211746	48.3228302	69.25995636	38.4563369	53.5884664	39.64214325	48.51932526	34.36087038	47.60764313	54.13978195	49.88504028	53.59778676	46.1529033	43.9310208	48.74992371	37.0330095	61.35004044	
7	var 19		48.14043427	42.1035046	63.5116617	35.5315136	35.5315136	32.94296265	34.73514715	36.11158752	47.28401477	38.76204767	50.9244611	50.9244611	54.73604391	31.7303568	34.00255966	39.0392462	42.54688644	34.4989547	33.3393888	32.47748566	32.9200137	35.1648451	36.3892163	32.9200137	35.1648451	36.3892163	32.9200137	35.1648451	36.3892163	32.9200137
	var 20		33.0984726	49.70514297	30.28924942	37.33918381	34.18217087	41.680845	48.43841553	35.41901398	45.48882924	38.9894828	33.9440803	30.3663904	31.46941376	34.6432717	55.24583435	36.80853271	46.3285598	44.5869227	32.7553062	32.6667633	35.50154033	39.15511073	34.18159103	33.72039795	36.72507095	36.2466633	34.04121399	45.71728516	33.71238142	40.89254761
	var 21		41.87979734	41.46154022	39.64323172	36.6902786	42.52304077	31.70170975	46.2194522	46.0059236	52.94520626	41.51664978	42.54025345	47.54761932	52.31635359	37.74767921	48.11330002	46.5867373	42.19336977	34.48068827	48.47940826	42.51784134	36.46608827	48.47940826	42.51784134	36.46608827	48.47940826	42.51784134	36.46608827	48.47940826	42.51784134	36.46608827
8	var 22		32.91959763	36.81843567	36.33055496	38.06500626	50.84357452	33.74871826	40.17398023	33.07379532	31.74981496	34.60033035	55.5790863	55.1091385	40.74771881	50.3338809	48.04402934	38.43237799	42.28803365	47.25665665	38.19556808	32.26921463	38.079696									

Tabela D-10: Resultados simulação Cenário 5, Comprimento médio de filas

No. Parâmetro	V.P.	Comprimento médio de filas																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
1	default	21,89	35,94	22,15	30,78	31,69	33,54	27,14	27,58	37,55	29,35	18,57	22,97	26,25	32,55	35,66	23,11	31,11	23,76	39,09	26,05	21,36	26,45	22,20	28,19	24,92	41,69	19,23	37,91	30,41	27,74	28,56
	var 1	24,82	20,62	27,74	38,40	18,83	23,64	25,31	34,64	21,97	24,25	43,09	20,10	17,98	36,90	33,31	21,54	28,32	24,58	24,58	32,19	33,44	27,36	27,83	17,02	23,75	22,02	21,14	23,84	18,84	20,65	25,96
	var 2	26,22	30,59	22,70	22,77	27,43	26,82	25,43	28,41	22,93	27,88	21,36	21,49	29,10	23,11	34,40	24,98	26,42	25,22	22,90	35,61	43,34	26,16	20,37	32,96	23,03	27,79	20,50	22,89	39,15	34,78	27,23
2	var 3	19,51	27,51	19,75	36,08	27,22	31,98	27,67	19,73	30,70	27,65	23,51	23,28	37,23	23,63	47,86	27,43	22,03	28,72	25,92	36,62	29,61	26,06	42,86	34,12	27,71	25,79	29,16	24,10	27,78	23,12	28,48
	var 4	24,34	19,66	27,02	26,90	31,18	26,37	32,64	26,85	19,61	34,90	31,59	35,32	22,80	21,36	21,67	21,86	36,37	23,77	29,38	30,11	29,45	20,02	27,00	20,27	24,25	20,95	25,91	27,93	34,29	32,08	26,86
3	var 5	53,13	21,41	27,16	23,27	25,37	30,22	30,68	18,20	24,63	37,97	22,08	23,37	19,84	21,08	20,52	29,90	23,83	27,03	30,63	29,07	23,97	22,45	21,83	34,18	23,26	30,61	20,70	26,89	21,51	22,92	26,26
	var 6	23,13	23,87	23,74	26,66	20,88	31,52	23,14	26,48	37,17	18,29	29,81	21,44	39,67	22,04	25,13	29,85	26,15	19,67	21,58	22,43	22,71	27,79	28,12	29,57	24,49	24,62	20,63	42,39	30,37	28,66	26,40
4	var 7	29,72	20,49	25,90	35,04	21,45	18,02	22,77	26,12	28,33	20,40	29,11	33,53	20,44	28,37	30,15	25,59	22,32	27,90	22,38	32,83	24,73	20,87	25,65	30,98	40,57	36,95	28,18	26,57	23,43	26,40	26,84
	var 8	21,49	35,78	44,48	28,79	36,89	23,61	31,91	23,41	33,46	35,38	22,82	28,71	23,73	35,55	36,56	32,80	25,19	23,91	28,60	24,07	25,25	39,44	36,04	30,69	28,19	35,99	26,12	29,78	24,09	26,53	29,98
5	var 9	27,96	25,99	33,47	28,49	19,65	40,65	20,84	42,24	24,47	27,16	23,50	25,09	27,73	29,43	35,27	28,35	21,52	32,47	21,81	18,26	23,82	26,68	22,90	21,90	24,30	25,61	38,92	23,98	21,28	33,82	27,25
	var 10	21,93	28,48	27,33	46,25	33,92	27,94	28,96	24,84	23,30	16,92	21,84	21,65	24,38	42,52	20,02	26,78	40,03	21,21	27,58	24,19	25,42	23,34	33,00	20,88	25,11	24,91	20,49	19,32	22,79	26,35	26,39
6	var 11	23,45	23,23	32,49	31,20	29,99	24,48	24,83	22,70	31,45	21,62	26,84	33,37	34,83	32,69	26,06	30,38	20,76	23,56	28,10	20,59	20,97	23,17	26,69	20,18	30,90	29,84	21,51	27,20	24,92	35,71	26,79
	var 12	109,57	106,64	91,35	96,91	73,18	129,29	158,56	130,58	111,17	88,82	96,19	122,97	102,50	96,70	107,56	128,02	73,92	94,24	64,26	123,69	149,44	102,17	136,39	115,79	94,37	144,71	96,12	109,35	95,30	116,68	108,88
7	var 13	43,24	31,17	25,70	30,63	25,36	22,37	26,35	25,69	27,38	31,53	23,40	25,15	25,62	25,33	25,99	22,09	34,58	31,84	34,60	22,34	32,56	33,61	42,04	21,79	21,00	38,59	27,58	25,98	26,28	23,15	28,43
	var 14	23,20	18,69	28,67	20,91	26,68	26,72	34,95	21,29	25,10	21,03	19,03	30,67	32,74	22,04	18,55	19,32	41,76	26,12	31,70	28,07	27,70	27,06	18,92	38,32	27,68	20,60	26,36	33,23	31,80	20,07	26,30
8	var 15	46,62	32,52	26,46	29,15	24,78	37,79	27,38	22,85	29,52	28,17	34,94	26,18	26,62	35,39	23,63	26,69	21,70	31,11	26,64	25,34	23,14	32,16	38,64	28,65	19,92	26,60	29,42	26,68	36,12	32,37	29,24
	var 16	21,19	20,88	20,07	29,84	20,30	43,54	27,56	32,23	21,95	17,65	25,00	24,63	35,61	24,24	23,03	23,97	27,91	24,10	19,22	21,77	19,20	29,73	19,13	25,20	31,10	19,15	27,00	22,39	26,72	20,78	24,84
9	var 17	31,74	35,40	30,95	36,19	23,96	23,11	25,16	28,84	30,06	24,63	19,73	24,88	35,69	33,13	51,79	24,70	38,72	26,30	35,52	21,99	20,99	38,51	36,01	38,11	32,37	27,17	31,81	23,59	43,42	28,73	30,77
	var 18	32,73	28,89	22,32	22,28	31,72	25,50	28,18	21,14	22,09	23,97	32,02	20,57	27,32	25,84	36,12	28,41	39,19	23,18	21,30	26,22	25,92	28,24	23,59	24,78	19,95	20,79	22,80	30,71	30,12	26,40	26,41
10	var 19	20,61	34,36	18,03	24,33	21,67	28,37	34,77	22,36	31,03	25,73	22,09	41,44	19,30	21,66	40,10	23,53	32,49	30,84	20,07	20,46	22,58	25,14	21,87	20,96	23,76	23,63	21,79	31,89	22,00	27,01	25,80
	var 20	28,32	27,01	26,04	23,33	24,06	19,85	31,95	32,27	36,58	28,52	19,98	24,30	27,98	30,87	32,10	38,11	21,24	31,81	15,30	21,98	22,97	28,16	20,53	33,06	29,70	41,12	29,63	25,82	23,99	24,24	27,36
11	var 21	21,09	23,57	24,15	25,51	35,30	20,71	27,14	21,98	19,42	21,99	38,02	23,67	27,41	33,77	31,94	25,31	28,29	32,72	25,24	20,22	24,88	27,32	26,44	22,62	25,99	20,93	27,83	24,72	23,99	27,31	25,98
	var 22	33,39	36,45	27,77	21,81	34,34	30,41	28,74	34,28	25,52	31,42	36,37	41,63	26,00	27,75	33,38	22,83	26,56	29,64	40,21	36,20	36,04	21,27	21,08	19,72	40,58	25,79	32,50	26,95	36,42	25,60	30,36
12	var 23	39,85	25,89	39,60	21,71	20,00	21,12	18,36	24,04	33,30	22,33	43,73	20,04	32,64	16,91	22,41	36,91	23,90	49,67	20,67	26,69	26,89	25,54	24,55	23,93	27,81	17,29	23,32	27,17	23,34	28,44	26,94
	var 24	28,81	41,38	35,75	38,94	26,07	30,66	31,21	24,50	33,64	27,27	21,87	24,90	27,05	33,97	25,88	52,91	29,88	26,54	27,04	23,83	22,54	27,18	29,00	26,74	21,55	21,98	26,18	42,31	23,58	18,62	29,06
13	var 25	20,70	20,65	25,94	20,16	25,50	37,66	46,25	20,62	19,89	24,63	24,62	23,76	34,04	20,73	18,91	21,67	21,65	24,00	23,43	28,46	25,51	20,54	23,49	16,90	20,33	19,07	25,13	28,58	20,03	29,79	24,42
	var 26	33,92	43,13	26,58	31,87	27,77	51,21	47,67	38,27	30,24	34,85	27,33	63,06	42,64	41,51	35,53	52,67	37,37	44,81	45,82	53,55	36,77	46,85	28,94	64,93	44,26	43,41	43,27	36,26	39,52	33,26	40,91
14	var 27	26,74	21,01	27,14	27,23	25,80	32,16	30,58	24,28	21,94	22,54	29,24	21,98	33,46	20,83	29,01	30,42	29,53	44,81	27,73	19,62	20,14	29,98	25,86	28,08	39,08	21,55	24,46	32,53	25,11	31,61	27,48
	var 28	24,64	24,54	22,88	22,85	32,59	21,19	29,54	32,07	26,95	31,08	24,77	45,54	22,19	20,30	23,38	30,64	36,88	21,80	24,13	33,57	19,25	27,76	32,64	28,54	22,62	33,41	23,23	21,29	28,21	25,79	27,14
15	var 29	20,68	26,27	18,48	21,70	21,88	21,72	26,73	20,49	24,83	26,23	24,06	24,80	39,46	31,05	38,46	23,77	34,45	23,10	22,58	36,61	25,60	27,48	25,78	30,95	26,04	22,43	21,78	44,78	29,74	17,77	26,66
	var 30	22,46	39,31	26,26	37,87	19,62	21,84	24,07	24,07	19,99	22,56	25,01	31,02	20,12	23,43	29,21	26,77	27,03	29,72	34,27	24,94	31,01	17,78	19,64	31,69	27,81	24,95	20,72	19,05	27,05	23,53	25,76
16	var 31	30,04	26,69	36,22	22,39	25,84	27,85	23,11	27,45	26,92	23,34	22,66	23,17	34,13	18,36	24,08	19,68	39,15	25,03	36,06	23,24	29,05	21,08	24,78	35,29	23,04	32,11	31,76	19,71	26,73	23,18	26,74
	var 32	20,59	27,86	29,51	20,39	21																										

Tabela D-11: Resultados simulação Cenário 6, Tempo médio de atraso

No.	Parâmetro	V.P.	Tempo médio de atraso																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
	default		40,32	38,51	39,24	39,10	38,51	38,81	39,26	39,07	38,91	37,52	38,44	39,30	38,50	39,33	38,73	38,42	39,16	39,45	38,93	38,37	38,93	38,19	39,18	39,73	40,13	38,38	38,21	39,23	39,04	38,58	38,92
1	var 1		38,94	39,05	40,36	39,89	39,85	39,13	38,72	39,97	39,27	38,71	39,62	38,74	38,84	39,53	38,86	39,47	38,51	39,16	38,85	38,99	39,32	40,06	39,63	38,79	39,20	39,22	38,20	38,93	39,14	39,27	39,21
	var 2		39,95	38,53	38,68	38,69	39,21	38,54	39,14	39,66	39,56	38,89	39,34	38,73	39,75	39,56	39,20	40,09	38,63	39,41	39,14	39,43	38,86	39,36	38,88	38,52	39,72	39,62	39,39	39,84	39,71	38,40	39,21
2	var 3		39,27	40,23	39,72	38,51	39,01	39,73	39,03	39,87	39,76	38,43	39,59	39,90	39,13	39,62	39,42	38,73	39,47	39,74	38,50	39,09	39,56	38,09	38,91	39,83	40,14	38,80	39,47	39,20	39,59	38,97	39,31
	var 4		39,52	38,34	39,23	39,60	40,01	38,97	38,55	39,52	37,82	38,18	39,46	39,77	39,31	38,69	39,62	40,02	38,86	39,41	38,96	39,70	40,86	39,25	38,23	38,84	40,94	38,48	38,55	38,85	38,45	38,86	39,16
3	var 5		39,74	39,29	38,72	39,04	38,39	39,36	39,00	39,53	39,47	38,32	38,73	39,92	38,36	38,33	38,48	40,57	38,94	39,84	39,60	38,13	39,35	39,94	39,35	39,28	38,64	39,67	39,23	39,24	38,92	38,86	39,13
	var 6		37,88	39,49	38,60	39,59	41,65	38,98	38,53	39,42	39,21	39,05	38,96	38,52	37,58	38,00	40,32	39,73	39,64	40,58	39,19	39,54	40,13	40,24	39,36	39,41	38,96	39,86	39,64	39,66	39,73	38,33	39,33
4	var 7		38,93	37,95	38,56	38,72	39,27	39,10	39,12	39,92	37,97	39,46	40,21	38,05	38,11	38,78	40,25	39,47	39,07	38,66	38,84	38,65	41,17	38,65	39,38	40,47	40,29	39,25	39,44	39,51	40,09	38,94	39,49
	var 8		38,89	40,43	39,44	38,20	38,70	38,12	39,67	38,51	39,70	39,15	39,32	39,18	39,90	38,93	40,05	39,34	39,13	39,85	38,08	39,67	39,38	39,60	39,61	38,47	39,97	39,29	38,49	38,40	39,64	39,49	39,22
5	var 9		39,89	38,43	39,51	39,14	38,48	39,07	38,77	39,69	38,05	38,20	39,45	39,28	38,61	39,40	38,95	38,86	39,86	38,70	39,76	39,40	38,92	38,28	37,87	39,15	38,90	39,44	40,60	38,77	39,92	39,24	39,09
	var 10		39,28	40,06	39,39	38,75	38,61	39,76	38,60	39,34	38,78	39,17	39,14	39,21	39,27	39,61	39,38	40,25	39,31	39,08	39,32	39,40	39,06	38,68	38,99	38,32	38,81	38,82	39,20	40,59	38,91	39,22	39,21
6	var 11		39,50	39,05	39,80	38,92	39,32	38,95	40,19	38,60	38,32	39,20	38,83	39,99	39,91	39,81	38,05	40,26	37,91	39,23	39,39	39,30	39,42	38,83	38,82	38,59	38,26	39,94	39,07	39,17	38,97	38,66	39,11
	var 12		48,06	50,44	48,18	46,98	50,53	49,69	48,46	51,82	49,33	49,17	49,54	47,42	50,99	49,95	50,40	48,62	49,32	48,86	52,23	49,28	50,25	49,31	49,74	48,65	50,01	47,25	47,55	48,22	50,41	48,48	49,31
7	var 13		39,90	39,02	39,62	39,34	39,14	38,87	38,80	39,32	38,41	38,10	40,04	39,84	39,03	39,83	38,66	39,20	38,80	39,28	39,63	38,57	38,90	39,90	38,66	39,15	39,16	38,00	39,93	40,61	38,72	40,54	39,23
	var 14		38,91	37,89	38,83	38,96	39,24	39,79	39,28	40,12	38,31	39,23	38,48	38,67	39,14	39,64	39,08	38,64	38,44	39,42	38,54	38,61	38,02	39,26	39,65	39,00	39,26	40,33	39,55	40,00	39,81	39,47	39,12
8	var 15		39,75	39,21	40,41	39,76	39,85	38,50	40,22	39,30	39,12	39,62	39,99	39,66	40,05	40,71	41,42	39,49	39,66	40,24	39,78	39,78	40,12	40,11	40,42	39,93	39,49	40,65	41,59	39,39	40,62	39,91	39,96
	var 16		38,57	38,99	39,41	38,77	38,25	38,14	38,96	38,28	39,52	38,69	39,08	38,95	38,19	38,70	37,55	38,37	38,84	37,87	38,62	39,35	38,07	39,43	38,53	37,90	38,86	38,67	37,91	39,06	39,03	37,52	38,60
9	var 17		39,06	38,84	38,37	38,69	39,13	38,72	39,23	39,50	38,83	38,18	38,93	39,95	39,05	40,02	39,70	39,60	39,12	39,59	39,51	40,11	40,46	39,73	38,18	40,36	39,13	39,68	39,50	39,14	39,18	39,31	39,29
	var 18		39,46	39,40	39,13	40,15	39,17	39,18	39,35	38,83	39,27	39,25	37,76	38,99	39,97	40,09	38,36	39,39	38,20	39,22	38,39	39,36	40,05	39,23	39,24	39,19	39,56	38,28	39,51	38,64	38,74	40,18	39,19
10	var 19		38,48	38,84	39,65	38,17	38,87	39,07	37,56	39,38	38,36	39,40	39,33	39,68	39,38	39,15	39,34	39,63	39,18	39,82	39,00	39,12	38,37	39,09	38,52	39,23	38,49	38,08	40,06	38,66	38,53	37,60	38,94
	var 20		39,04	39,90	39,04	38,25	39,17	39,37	38,43	39,54	39,46	38,97	39,49	38,55	38,00	39,38	39,40	39,04	40,02	38,59	39,53	41,02	39,64	38,44	38,37	39,16	40,02	38,62	39,31	40,26	39,33	38,76	39,20
11	var 21		39,72	38,68	38,93	39,15	38,41	38,35	38,58	38,64	39,23	39,34	38,85	39,39	39,73	39,44	38,20	40,10	39,84	38,06	40,42	39,22	39,55	39,40	38,47	39,41	39,21	39,40	38,23	38,86	37,94	39,22	39,07
	var 22		39,60	40,46	39,96	38,03	39,51	38,66	39,01	37,99	39,86	38,65	39,21	39,59	39,72	38,72	38,31	40,17	39,23	40,67	39,80	38,49	39,70	38,80	38,55	37,85	39,48	39,12	38,86	39,28	39,85	39,45	39,22
12	var 23		39,39	40,01	38,24	39,25	39,51	39,21	39,26	39,44	39,33	39,07	40,73	38,78	40,07	39,47	39,21	39,07	39,64	39,79	38,51	40,09	39,13	39,49	39,57	40,15	37,74	40,00	39,52	38,52	38,88	39,38	39,35
	var 24		39,44	38,43	38,96	39,77	39,15	40,09	39,43	39,33	39,76	39,70	40,20	39,91	40,04	38,83	38,81	38,99	38,71	39,64	38,77	40,19	39,92	39,03	40,06	38,98	38,82	39,95	39,26	38,62	38,32	39,56	39,36
13	var 25		42,10	42,67	42,58	43,87	45,08	43,05	43,98	43,60	42,42	42,68	43,58	43,37	41,09	43,71	42,13	43,89	40,93	41,43	44,28	41,61	42,97	44,30	43,06	43,94	42,23	42,62	41,50	43,92	41,75	43,23	42,92
	var 26		43,76	44,29	43,59	43,77	44,42	43,64	44,60	42,94	43,88	42,65	43,25	44,20	43,29	45,03	44,39	45,10	44,02	44,49	42,93	42,81	44,69	45,00	44,83	44,74	43,14	44,28	43,44	44,52	43,89	44,88	44,01
14	var 27		39,53	39,10	39,00	40,03	39,34	38,99	39,54	38,73	39,09	39,25	39,19	39,11	38,77	39,07	39,71	39,73	39,46	38,61	38,52	39,29	39,45	37,94	38,82	38,91	37,46	39,14	38,86	38,56	39,36	38,89	39,05
	var 28		37,81	39,22	39,91	38,92	39,51	39,07	39,63	38,92	38,59	39,50	38,78	40,01	38,71	38,47	39,29	39,67	39,86	39,64	39,34	39,33	40,04	39,67	38,00	39,94	37,92	40,06	39,31	39,23	39,83	39,13	39,28
15	var 29		38,07	39,91	39,19	39,87	39,31	38,41	38,73	39,14	38,76	39,63	39,29	38,63	39,49	40,47	39,03	38,52	38,58	39,17	37,59	39,46	38,99	39,38	39,38	38,90	38,99	40,26	39,54	40,19	39,31	39,70	39,18
	var 30		39,65	39,66	39,24	38,09	39,26	39,28	40,25	39,57	39,78	40,02	39,74	38,33	38,96	39,76	38,47	39,27	39,14	39,83	39,12	39,93	39,37	39,83	39,54	37,95	39,60	39,84	39,57	39,86	37,83	38,78	39,32
16	var 31		38,29	39,65	39,96	38,89	39,51	39,73	39,06	40,37	38,88	39,25	39,59	39,59	39,13	39,84	38,95	40,26	40,13	38,52	38,39	38,12	37,96	38,90	39,27	39,15	39,34	39,61	39,83	39,92	39,33	39,32	39,29
	var 32		39,45	38,73	39,22	39,59	38,37	38,43	40,95	40,39	38,46																						

Tabela D-12: Resultados simulação Cenário 6, Comprimento médio de filas

No. Parâmetro	V.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
default		34,41	31,34	32,43	33,39	31,89	32,55	32,23	32,52	31,72	30,49	32,41	32,05	31,61	32,05	32,07	31,01	32,24	32,73	32,15	31,37	32,54	31,27	32,04	32,72	33,63	32,03	30,28	32,52	31,88	32,46	32,13
1	var 1	32,51	32,35	34,31	33,99	33,37	33,07	32,13	33,26	32,18	31,88	33,21	30,97	32,15	32,46	32,43	33,48	31,78	32,43	31,62	32,58	32,35	32,87	33,90	32,42	32,91	32,91	31,61	32,71	33,09	32,44	32,65
	var 2	33,70	31,20	31,90	31,46	33,31	31,22	33,37	33,46	32,59	31,94	32,64	32,43	33,76	32,38	33,13	32,61	32,23	34,02	32,30	32,61	33,24	32,88	32,43	31,65	32,60	34,00	32,99	33,34	33,20	31,09	32,67
	var 3	32,23	33,02	33,86	32,65	32,48	33,17	32,55	33,25	33,44	30,71	33,20	33,44	32,41	32,71	32,70	31,96	33,72	32,70	31,54	32,72	32,57	30,76	32,58	33,37	33,69	32,56	33,59	32,22	32,18	32,79	32,69
2	var 4	33,44	31,40	32,28	32,91	30,38	32,61	31,70	33,38	30,25	30,81	32,62	33,51	32,64	31,70	33,08	34,13	31,54	33,52	32,39	32,99	35,38	32,69	31,87	31,96	34,50	31,92	32,00	32,89	31,79	32,76	32,62
	var 5	32,54	32,01	31,19	33,05	31,50	32,29	31,74	32,90	33,36	31,56	31,49	33,43	31,56	31,46	31,65	34,20	32,78	33,30	33,17	30,84	32,18	33,38	33,60	32,94	32,16	32,10	32,26	32,80	32,40	32,43	32,44
3	var 6	31,19	33,84	31,09	32,66	35,25	32,68	32,04	32,94	32,91	32,70	31,90	31,92	30,96	30,91	34,11	33,67	32,80	33,56	32,17	33,19	33,55	34,91	33,49	32,74	32,12	32,81	32,71	32,78	33,83	31,82	32,78
	var 7	32,34	30,89	32,04	31,72	31,86	31,85	32,55	33,56	30,97	32,62	34,54	31,39	30,50	31,95	34,40	32,94	31,99	32,37	32,16	31,63	35,09	31,97	33,35	34,17	34,82	32,57	33,13	32,23	32,78	31,92	32,61
4	var 8	32,32	34,70	32,52	31,65	31,69	30,48	33,39	30,67	33,33	32,27	32,76	32,72	33,00	31,94	33,78	32,18	32,44	33,84	30,83	32,71	32,73	33,77	32,93	32,51	33,77	32,66	31,76	31,28	33,35	33,85	32,56
	var 9	34,21	32,05	33,89	32,15	31,63	31,95	32,42	32,78	30,83	31,07	32,73	32,80	32,26	32,39	32,42	32,73	32,59	32,01	34,02	32,80	31,89	31,54	29,79	32,43	31,65	32,69	35,13	31,86	34,31	33,03	32,50
5	var 10	33,07	33,35	32,16	31,23	31,45	33,39	31,47	32,30	32,14	32,16	32,01	32,85	31,67	33,90	32,78	33,80	32,59	32,30	32,62	33,28	31,81	31,78	31,83	31,47	32,39	32,28	33,54	34,15	32,98	33,11	32,53
	var 11	32,76	32,31	33,08	31,69	32,94	32,75	33,68	32,04	31,31	32,15	32,04	35,02	31,88	32,85	30,97	35,22	31,12	32,93	32,63	32,37	32,64	32,53	31,47	32,05	31,14	32,87	32,50	33,32	32,10	31,73	32,47
6	var 12	36,08	39,63	36,71	35,87	39,12	38,08	36,23	40,44	37,77	37,66	38,27	36,03	40,14	38,04	39,27	37,41	37,81	36,81	41,15	37,93	38,52	37,90	37,08	36,63	38,95	35,12	35,91	36,60	39,39	36,75	37,78
	var 13	33,72	32,29	34,08	32,58	31,98	31,85	31,17	32,40	31,32	31,61	33,59	33,11	32,84	33,08	31,78	32,93	33,08	33,12	33,07	31,26	32,21	33,05	31,42	32,35	32,37	30,97	33,90	35,06	32,26	34,15	32,62
7	var 14	32,44	30,58	32,39	33,26	32,62	34,07	32,58	33,28	31,20	32,31	32,50	32,41	32,19	32,85	32,17	31,62	31,57	32,77	32,12	31,85	31,44	32,16	32,90	31,80	32,00	34,82	33,22	33,65	33,41	33,10	32,51
	var 15	32,70	32,57	34,29	32,73	32,60	30,90	33,74	31,76	32,34	32,95	33,09	32,50	33,31	33,97	35,02	31,67	32,10	33,35	32,74	32,74	33,42	32,90	33,39	34,32	32,09	33,78	34,11	31,97	34,62	33,50	33,04
8	var 16	32,42	32,43	33,33	33,31	32,00	32,13	32,44	32,12	33,50	32,72	33,53	33,25	32,25	32,41	31,00	32,03	33,70	30,73	32,53	33,30	31,51	33,66	32,28	31,26	32,52	31,47	31,69	32,41	33,29	30,44	32,35
	var 17	32,33	32,06	30,86	31,16	32,20	31,56	33,19	32,57	30,83	30,51	34,45	33,60	32,34	32,97	32,61	32,86	31,82	33,01	32,40	32,85	33,50	33,58	31,56	32,92	32,72	32,56	32,62	31,61	32,48	32,14	32,28
9	var 18	33,15	33,53	32,38	34,76	33,23	32,81	33,42	32,43	32,74	33,27	31,40	32,90	34,34	34,89	31,63	32,97	31,01	32,79	31,45	33,46	34,17	31,91	32,60	33,87	33,69	31,38	33,74	32,74	32,35	34,20	32,97
	var 19	31,46	32,70	32,83	31,86	32,96	32,98	29,95	32,06	32,38	33,12	31,44	33,36	32,34	33,10	33,62	32,11	32,87	33,02	32,71	31,41	32,61	31,92	32,85	32,10	30,74	34,04	31,07	31,64	30,17	32,33	
10	var 20	32,52	34,10	31,84	31,45	33,62	32,70	30,86	33,19	33,20	32,09	33,12	31,77	31,15	33,43	33,56	31,60	33,42	31,46	33,25	36,46	33,03	32,64	31,59	33,45	33,02	31,78	33,09	33,94	33,27	32,28	32,76
	var 21	33,55	32,43	33,09	32,39	32,11	32,09	32,22	31,44	32,38	33,65	32,34	32,90	33,53	33,55	31,57	33,39	33,72	31,00	32,99	33,70	32,74	32,13	31,56	34,10	32,34	32,54	32,15	32,59	32,19	32,06	32,61
11	var 22	33,03	34,49	33,49	31,57	33,74	31,40	32,20	31,01	33,41	32,61	32,17	33,03	33,35	31,70	31,23	33,92	31,17	35,24	33,62	31,93	33,90	32,13	32,14	31,47	32,98	32,37	31,77	32,74	34,07	32,94	32,76
	var 23	33,06	34,31	31,69	32,87	33,20	33,77	32,94	32,60	33,27	33,13	34,90	31,67	33,99	32,66	32,17	32,87	33,77	32,68	31,52	33,24	32,54	33,23	32,55	33,56	30,39	34,09	32,62	31,94	32,22	32,98	32,88
12	var 24	33,54	31,65	33,29	32,99	32,81	33,34	33,04	33,72	32,93	33,48	33,41	33,66	34,15	32,12	32,07	33,12	32,36	32,72	32,28	31,74	33,41	32,09	33,51	31,95	32,18	33,77	32,88	31,75	31,87	32,90	32,91
	var 25	38,63	39,61	39,54	40,83	42,80	40,32	40,91	40,14	38,95	38,36	40,31	40,38	37,70	40,43	37,38	41,17	37,44	40,79	37,32	40,06	42,18	39,65	40,43	38,61	38,82	37,09	40,56	37,63	38,88	39,48	39,48
13	var 26	34,91	35,86	33,96	34,12	35,47	34,11	35,08	33,73	34,39	32,17	33,61	34,91	33,07	36,33	35,74	36,49	34,82	35,45	33,02	33,35	35,94	35,61	35,81	35,35	33,76	34,19	34,15	36,28	34,74	35,81	34,74
	var 27	33,62	32,59	32,48	33,11	31,80	32,26	33,40	32,15	32,28	32,67	32,23	32,12	31,59	32,22	33,08	33,27	33,87	31,49	31,53	33,07	33,59	30,83	32,30	32,57	30,42	32,92	32,17	31,72	32,39	32,22	32,36
14	var 28	30,46	33,00	33,60	32,89	33,25	33,04	32,99	32,28	31,91	33,68	33,50	33,12	31,41	31,77	33,20	33,02	32,72	34,01	33,35	32,56	33,26	33,98	30,27	33,15	31,10	33,41	33,14	32,57	33,78	33,10	32,78
	var 29	31,22	32,85	32,08	33,44	31,94	31,62	32,13	33,34	31,57	33,61	31,38	32,15	32,26	34,92	32,27	32,30	31,44	32,97	30,76	33,23	32,68	32,30	33,18	31,99	33,01	34,50	33,74	33,71	33,23	33,35	32,64
15	var 30	33,29	33,38	32,24	31,07	33,56	32,60	34,52	33,60	32,17	33,46	34,02	31,35	32,61	33,76	31,39	32,74	33,33	33,11	32,39	33,41	34,01	33,56	31,82	31,00	32,98	33,23	33,60	33,26	31,72	32,17	32,81
	var 31	31,88	33,10	34,24	32,78	33,19	33,32	32,17	34,84	31,95	32,63	33,18	33,77	32,45	32,57	33,06	34,78	33,83	31,59	31,51	30,92	30,37	32,12	32,10	32,46	33,32	33,37	33,26	33,09	33,37	32,90	32,80
16	var 32	33,39	31,57	32,26	33,45	31,26	32,06	35,47	32,38	32,21	32,02	32,82	31,50	34,27	32,91	33,22	32,30	31,94	32,97	31,95	32,97	33,15	31,99	32,19	33,40	32,21	32,68	31,82	31,69	33,69	31,56	32,61
	var 33	31,67	31,98	32,93	32,27	31,92	32,45	32,51	33,34	32,56	32,61	33,24	34,62	32,04	33,59	31,41	32,22	31,54	32,19	32,49	33,00	31,77	33,64	32,15	31,79	31,04	31,76	31,72	32,86	32,30	32,70	32,41
17	var 34	30,75	31,45	32,87	32,68	32,01	32,41	34,13	32,74	31,79	31,60	32,88	32,09	31,17	33,66	32,05	32,24	31,62	30,51	33,32	32,49	32,26	32,68	31,55	34,85	30,99	32,23	33,04	32,92	32,48	34,09	32,39
	var 35	32,33	32,81	32,39	32,68	31,69	31,98	33,40	32,04	31,75	33,06	31,99	33,65	31,71	34,10	31,02	32,80	31,63	33,54	32,32	32,22	32,24	33,14	32,59	31,76	31,76	33,26	33,27	31,94	32,44	32,49	32,42
18	var 36	31,03	31,99	32,52	30,79	32,42	32,77	32,30	31,66	31,63	31,40	31,64	31,21	33,05	32,28	33,34	34,42	33,09	31,57	33,33	31,33	32,01	31,91	31,48	32,71	31,64	33,00	33,11	32,72	32,97	35,04	32,34
	var 37	32,71	32,07	34,45	32,53																											

Tabela D-13: Resultados simulação Cenário 7, Tempo médio de atraso

No.	Parâmetro	V.P.	Tempo médio de atraso																																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média			
	default		23,01	21,49	24,47	23,85	22,90	23,01	23,62	22,97	23,32	23,41	22,87	22,38	24,18	23,11	22,71	22,42	22,72	23,56	22,76	22,50	22,41	21,93	24,79	23,71	24,03	22,58	25,36	23,83	21,99	21,65	23,12			
1	var 1		22,29	21,59	21,88	21,35	22,51	22,83	23,79	21,61	23,71	20,48	21,50	21,78	22,64	21,21	23,24	22,82	22,22	22,05	21,83	21,97	23,61	21,79	22,39	22,12	22,68	22,76	20,06	23,31	20,69	21,30	22,17			
	var 2		25,13	25,12	23,62	25,14	23,13	25,47	24,33	25,27	23,16	24,51	24,93	25,33	23,96	25,47	25,93	26,86	23,79	24,65	25,98	23,76	25,45	23,93	24,98	26,09	26,81	23,84	23,03	23,58	25,27	23,38	24,81			
2	var 3		24,71	24,81	23,73	24,10	22,69	24,21	23,70	22,77	22,47	24,16	23,94	23,82	22,34	22,05	22,87	21,72	23,58	21,29	22,89	21,95	24,74	22,26	22,73	23,36	23,50	22,36	21,45	23,24	23,69	23,24	23,13			
	var 4		21,53	22,31	22,49	24,16	25,59	22,64	23,86	22,58	22,98	23,31	23,73	21,53	24,13	25,26	22,47	23,15	23,01	22,67	24,15	24,96	23,35	21,57	22,69	21,87	22,94	22,45	24,65	25,25	23,69	23,49	23,17			
3	var 5		23,32	23,30	23,50	21,70	22,17	20,85	21,71	22,40	22,11	21,65	23,73	23,77	22,94	22,92	23,79	23,44	23,30	21,18	22,47	23,70	23,66	21,11	21,19	22,13	22,77	24,34	22,21	22,21	22,68	21,88	22,66			
	var 6		23,67	23,94	21,24	22,91	23,97	22,66	25,69	22,77	23,62	22,68	23,34	22,58	23,31	23,42	22,48	23,20	23,40	22,62	21,75	22,68	23,02	23,72	23,02	24,25	23,66	23,49	24,31	25,16	24,37	22,36	23,33			
4	var 7		22,48	24,54	23,12	23,66	22,34	24,00	23,53	23,12	23,27	23,46	22,78	23,41	22,45	23,34	23,77	22,07	23,75	24,03	22,99	21,58	21,60	24,34	23,37	23,92	23,17	23,46	23,15	21,64	22,57	23,18	23,04			
	var 8		22,45	24,36	22,84	23,34	22,15	23,84	26,29	22,68	23,72	23,36	23,01	24,59	23,26	22,22	23,09	24,05	25,73	23,15	23,95	27,06	21,62	22,88	22,94	22,97	22,25	22,46	22,56	22,48	23,30	21,18	23,33			
5	var 9		22,79	24,34	23,34	23,28	23,96	24,16	26,98	23,22	23,92	23,63	22,48	23,75	22,04	22,53	22,50	26,32	23,23	23,25	26,03	23,93	23,55	24,29	23,83	25,21	22,99	23,37	23,78	22,89	22,77	21,67	23,44			
	var 10		24,31	22,79	25,34	23,73	22,87	21,21	22,23	23,94	23,52	23,62	22,05	24,44	23,91	22,82	23,03	25,86	24,84	22,07	23,63	23,21	23,38	22,48	24,09	24,28	22,18	21,51	22,24	23,59	21,58	23,80	23,28			
6	var 11		22,28	23,92	23,46	23,14	21,74	23,15	25,32	21,10	23,36	21,84	22,39	22,86	22,29	22,68	22,92	25,78	22,87	23,27	23,63	21,99	23,08	24,34	22,89	26,45	22,75	23,45	22,21	21,63	25,46	23,72	23,16			
	var 12		45,41	47,09	40,09	36,60	43,55	46,45	41,91	36,59	36,23	38,25	33,06	39,74	43,00	51,73	36,55	45,46	47,37	37,34	35,17	35,64	42,99	42,84	34,60	41,22	36,84	32,80	35,43	38,50	63,12	40,75	37,10	40,87		
7	var 13		21,28	21,31	21,91	23,93	23,06	23,11	22,44	24,39	23,65	22,05	24,06	23,06	22,53	23,41	22,61	21,96	24,34	24,64	22,70	23,32	24,53	22,51	22,65	22,57	22,56	20,95	22,81	23,74	24,07	21,83	22,96			
	var 14		23,29	23,31	23,21	22,79	23,59	22,99	23,16	23,60	24,34	22,47	23,42	22,02	24,55	24,04	24,60	23,19	24,74	23,70	22,92	24,43	23,63	22,71	23,78	23,82	21,21	22,99	23,37	23,72	23,77	23,41	23,41			
8	var 15		23,27	23,75	23,32	23,76	24,16	23,05	26,51	25,47	22,58	24,29	25,98	26,46	25,96	23,53	22,44	25,21	26,59	25,20	25,17	24,13	24,12	24,34	24,07	25,68	23,13	23,19	25,84	24,66	24,31	25,29	24,52			
	var 16		23,92	23,66	23,89	21,35	22,00	23,97	22,13	21,99	22,97	21,68	23,83	22,59	22,87	23,15	23,15	21,94	21,25	22,07	22,72	23,03	21,99	23,51	21,56	23,56	22,09	22,67	24,09	22,47	24,80	21,72	22,75			
9	var 17		24,13	23,31	21,15	23,58	24,21	23,97	22,02	24,45	23,56	22,42	24,45	23,56	22,42	24,94	24,04	22,25	24,71	21,73	22,96	23,48	23,19	22,70	22,89	23,16	22,62	23,02	24,21	22,55	23,61	23,73	23,48	23,24		
	var 18		24,27	22,01	22,95	22,95	24,15	23,95	22,55	22,29	23,66	23,26	23,53	23,65	20,96	21,55	23,78	24,27	22,70	25,30	23,04	24,73	24,46	21,72	22,19	24,02	22,02	22,44	24,65	23,70	23,19	23,32	23,24			
10	var 19		24,12	21,69	26,84	23,62	21,99	23,50	22,90	25,08	22,19	21,55	24,40	22,27	24,47	23,85	22,89	22,53	23,90	24,14	22,70	23,71	24,98	23,06	22,79	22,02	22,89	22,52	24,70	23,68	22,30	23,78	23,49			
	var 20		22,10	22,39	22,98	23,88	23,25	24,40	23,40	23,25	22,58	21,98	23,16	24,50	23,43	23,00	23,66	23,52	21,13	23,59	25,40	20,83	23,16	23,33	22,66	22,90	23,42	21,88	23,84	21,53	21,88	22,41	22,98			
11	var 21		23,28	23,48	23,13	24,42	23,13	22,46	21,37	22,92	24,49	21,91	22,72	24,33	24,45	22,76	21,90	22,97	23,37	23,63	22,65	23,88	22,43	23,10	22,25	23,22	23,11	25,28	23,63	21,81	22,99	21,32	23,01			
	var 22		22,61	23,04	23,33	23,89	24,16	20,89	23,25	23,81	24,21	24,65	24,51	24,63	24,42	22,92	23,31	21,70	23,33	21,11	24,93	22,27	24,88	23,38	23,43	23,16	24,52	23,37	24,50	23,63	24,06	22,27	23,54			
12	var 23		20,28	20,50	20,45	21,55	21,52	21,22	22,46	21,11	21,50	23,22	22,67	21,85	21,26	19,73	20,81	21,13	21,23	20,78	20,38	20,91	20,36	21,52	20,40	20,31	22,21	20,65	21,23	19,81	20,32	21,85	21,11			
	var 24		24,35	25,62	25,65	25,10	24,08	24,81	25,39	25,30	22,57	25,35	26,37	25,35	26,13	25,42	24,53	24,47	26,26	24,88	27,27	26,76	26,11	25,43	25,67	26,98	25,21	26,48	24,68	25,38	24,46	25,17	26,34	24,74	24,40	24,86
13	var 25		24,09	24,68	23,12	22,09	22,05	25,06	25,41	22,15	21,36	24,97	21,54	21,41	23,61	21,11	23,29	21,87	22,63	23,28	21,76	23,19	22,88	22,57	24,28	21,71	24,89	22,70	23,37	23,23	23,19	24,39	23,13			
	var 26		24,52	24,59	23,90	24,52	24,70	23,50	25,39	24,30	23,95	25,92	24,83	25,46	24,90	24,49	25,11	24,54	24,17	24,48	24,69	24,95	25,32	24,43	26,97	23,41	25,98	27,66	27,15	25,83	23,38	24,16	24,86	24,87		
14	var 27		23,92	22,42	23,54	23,89	24,06	22,95	23,26	24,25	23,15	24,49	23,52	22,32	23,25	23,06	24,01	23,18	23,49	23,77	22,22	21,96	24,73	22,77	24,36	22,94	23,67	23,23	22,58	24,45	24,11	22,86	23,32			
	var 28		23,28	25,14	21,84	25,77	24,38	24,07	22,11	23,08	23,42	22,85	22,98	22,92	23,89	22,51	22,04	22,02	23,54	24,76	22,45	22,08	22,46	22,45	24,95	21,64	22,87	22,85	22,51	22,38	22,78	21,59	23,05			
15	var 29		21,43	22,73	24,04	23,24	22,00	22,44	22,61	24,12	23,45	24,59	22,12	23,33	22,78	25,50	23,23	23,48	24,79	23,71	22,47	22,02	22,41	24,97	24,13	24,60	22,85	21,56	21,78	22,75	23,82	23,19				
	var 30		22,25	23,13	27,46	22,79	22,18	24,18	22,61	24,59	23,12	23,53	23,17	23,37	22,55	23,64	23,79	23,01	25,15	23,66	25,02	22,75	22,67	24,29	23,95	22,48	24,53	22,67	23,01	23,18	23,61	21,14	23,45			
16	var 31		22,38	22,36	23,28	22,19	24,24	24,34	23,55	25,25	25,97	24,78	22,21	23,25	25,25	24,29	23,98	22,17	22,76	24,44	21,47	24,22	24,57	24,17	24,53	22,93	24,43	23,92	24,16	21,98	24,07	23,63				
	var 32		24,65	21,86	23,54	25,54	23,52	20,63	24,82	22,22	23,08	24,48	25,42	23,49	24,54	22,36	21,81	22,57	20,82	23,33	23,03	22,01	21,59	21,29	23,25	27,76	24,51	23,35	22,91	24,20	21,42	20,79	22,87			
17	var 33		24,02	23,31	25,63	23,00	25,65	23,10	23,72	23,12	24,06	23,07	22,40	23,15	22,33	23,38	23,57	24,77	23,91	22,94	24,42	22,78	23,12	23,56	24,87	22,74	22,60	24,70	24,68	22,85	25,08	23,54	23,67			
	var 34		24,07	22,80	23,88	22,58	24,01	22,62	24,32	25,34	22,68	22,71	22,92	24,19	24,47	23,28	23,79	22,48	22,81	22,57	21,72	23,72	21,57	21,59	22,08	23,31	21,92	25,21	21,87	23,93	23,95	21,13	23,08			
18	var 35		25,21	24,11	25,39	23,69	24,44	21,81	23,21	22,29	23,50	23,94	23,17	24,43	21,83	25,28	25,90	23,30	23,20	24,42	22,22	23,01	23,69	22,69	23,85	23,25	26,10	22,76	21,87	22,18	22,91	22,85	23,55			
	var 36		21,71	23,01	23,01	23,80	24,51	21,96	24,47	23,93	24,06	22,38	22,91	22,57																						

Tabela D-14: Resultados simulação Cenário 7, Comprimento médio de filas

No.	Parâmetro	V.P.	Comprimento médio de filas																																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média		
	default		10,28	9,18	11,51	11,01	10,41	10,41	11,05	10,47	10,54	10,84	10,21	9,81	11,19	10,57	10,31	9,87	10,62	10,90	10,06	9,91	10,06	9,83	11,72	10,63	11,46	10,02	11,99	10,98	9,91	9,37	10,50		
1	var 1		10,24	9,47	9,83	9,51	10,41	10,64	11,12	9,48	11,11	8,74	9,52	9,74	9,98	9,42	10,37	10,92	10,77	9,85	9,79	9,85	10,97	9,82	10,14	10,16	10,27	10,52	8,70	10,81	8,86	9,34	10,01		
	var 2		11,77	11,34	11,04	11,81	10,31	12,04	11,39	10,28	11,41	11,86	11,93	10,74	11,77	12,27	13,09	10,46	11,28	12,18	10,62	11,80	11,13	11,42	12,59	13,03	10,79	10,97	10,67	11,82	10,37	12,81	11,50		
2	var 3		12,02	11,33	10,97	11,29	9,97	11,51	11,04	10,35	9,81	11,35	11,04	10,95	9,94	9,73	10,46	9,49	11,06	9,23	10,38	9,93	11,45	9,88	10,52	10,61	10,65	9,84	9,39	10,51	10,92	10,58	10,54		
	var 4		9,27	9,88	9,73	11,27	12,27	10,17	10,93	10,13	10,66	10,83	10,22	9,19	11,32	12,13	10,10	10,66	10,55	10,27	11,08	11,66	10,41	9,26	10,19	9,59	10,42	10,13	11,34	10,46	10,88	11,27	10,54		
3	var 5		10,48	10,59	10,51	9,51	9,80	9,00	9,72	9,99	9,80	9,41	10,81	10,78	10,34	10,21	10,93	10,72	10,45	9,23	10,31	10,96	11,02	9,18	9,22	10,06	10,22	11,41	9,84	9,95	10,08	9,70	10,14		
	var 6		10,91	11,05	9,07	10,23	11,03	10,08	12,38	10,37	10,78	10,15	10,71	10,22	10,39	10,57	9,81	10,49	10,80	10,11	9,68	10,12	10,34	10,84	10,33	11,48	10,65	10,61	11,20	11,82	11,44	9,93	10,59		
4	var 7		9,99	11,31	10,50	10,40	9,94	11,58	10,98	10,22	10,66	10,69	10,16	10,60	10,20	10,70	10,87	9,98	11,06	10,99	10,47	9,22	9,28	10,14	10,64	11,02	10,60	10,74	10,31	9,60	10,16	10,35	10,45		
	var 8		9,98	11,39	10,43	10,88	10,09	11,07	12,43	10,54	10,97	10,74	10,48	11,35	10,49	9,78	10,72	11,06	12,28	10,46	10,75	13,82	9,39	10,35	10,55	10,10	9,85	9,79	10,16	10,31	10,61	9,10	10,66		
5	var 9		10,14	11,17	10,54	9,99	11,02	11,26	10,40	10,36	11,00	9,96	9,91	10,81	9,60	9,86	9,93	12,56	10,45	9,93	12,26	11,20	10,89	11,44	10,85	11,86	10,40	10,49	10,91	10,39	9,99	9,40	10,63		
	var 10		11,38	10,13	11,77	10,72	10,36	9,09	9,92	11,01	10,38	10,79	9,70	11,52	11,03	10,52	10,46	12,21	11,35	9,93	10,74	10,70	10,64	9,81	11,24	11,37	9,98	9,69	9,93	10,69	9,24	10,64	10,56		
6	var 11		10,12	11,20	10,50	10,44	9,64	10,58	12,17	9,38	10,80	9,86	9,73	10,34	9,87	10,33	10,16	11,69	10,21	10,28	10,67	9,67	10,53	11,28	10,19	12,63	10,07	10,70	9,94	9,50	12,27	10,83	10,52		
	var 12		22,44	23,15	19,49	17,25	21,82	23,88	27,09	17,47	17,21	18,93	15,22	19,41	22,64	25,69	17,94	22,94	17,74	16,66	16,85	21,72	21,06	16,45	21,32	17,51	14,99	16,29	18,22	33,93	19,80	17,48	20,09		
7	var 13		9,60	9,26	9,66	10,65	10,64	10,36	10,09	11,31	10,93	9,60	11,34	10,72	10,40	10,41	9,96	9,57	11,22	11,46	10,47	11,08	11,56	10,08	10,30	10,24	10,14	9,12	10,19	10,99	11,50	9,76	10,42		
	var 14		10,76	10,53	10,12	11,01	10,28	10,37	10,71	11,20	9,86	10,82	10,01	11,43	10,87	11,53	10,49	10,25	11,10	10,60	11,15	11,78	11,00	10,66	10,74	10,84	10,50	10,13	10,52	11,45	9,93	11,04	10,72		
8	var 15		10,23	10,49	10,54	10,46	11,10	10,28	12,46	11,74	10,02	11,12	12,26	12,21	11,97	10,48	9,93	11,52	12,41	11,55	11,75	10,95	11,01	10,96	10,90	12,24	10,27	10,39	12,05	11,50	11,02	11,82	11,19		
	var 16		11,52	11,18	11,35	9,30	10,11	11,51	9,94	9,89	10,76	9,58	11,37	10,23	10,43	10,68	10,60	9,85	9,43	10,05	10,34	10,87	9,82	11,20	9,81	11,05	9,73	10,66	11,15	10,26	11,85	9,77	10,48		
9	var 17		10,96	10,39	9,03	10,77	11,11	10,68	10,32	11,20	10,73	10,38	9,73	11,03	10,17	11,07	9,32	10,34	10,74	10,49	10,11	10,09	10,27	10,05	10,08	11,17	9,89	10,69	11,41	10,91	9,45	10,54	10,44		
	var 18		11,58	9,87	10,76	10,34	11,51	11,05	10,25	10,21	10,94	10,68	10,98	11,17	9,18	10,38	11,03	11,51	10,46	12,13	10,70	11,50	11,48	9,74	9,97	11,17	10,01	10,18	11,70	11,16	10,55	10,53	10,72		
10	var 19		11,16	9,54	13,12	11,11	9,38	10,86	10,13	11,88	10,04	9,53	11,53	9,75	11,46	11,01	10,36	10,04	11,09	11,52	10,20	10,92	11,98	10,32	10,25	11,00	10,12	11,77	11,64	10,73	9,98	10,91	10,78		
	var 20		9,73	10,07	10,49	11,02	11,02	11,64	10,72	10,55	10,23	9,63	10,48	11,56	10,66	10,63	11,24	10,67	9,98	10,99	11,99	8,95	10,37	10,90	10,22	10,51	10,85	9,65	10,97	9,18	9,44	9,97	10,44		
11	var 21		10,78	10,72	10,56	11,19	10,35	9,83	9,05	10,22	10,17	9,60	10,35	11,41	11,45	10,15	9,54	10,51	10,66	10,81	10,18	11,28	9,75	10,25	9,74	10,57	10,38	11,96	10,71	9,69	10,30	9,12	10,38		
	var 22		10,05	10,39	10,58	11,13	11,32	9,22	9,93	11,04	11,28	11,20	11,57	11,70	11,66	11,47	10,57	9,38	10,36	9,80	11,75	9,74	11,53	10,72	10,52	10,44	11,22	11,20	11,37	10,61	11,25	9,77	10,76		
12	var 23		9,09	9,15	9,04	9,66	9,40	9,50	10,00	9,29	9,71	10,74	10,71	9,66	9,50	8,36	9,36	9,18	9,35	8,97	8,86	8,98	8,63	9,59	8,78	8,92	8,92	8,99	9,31	8,59	8,80	9,62	9,32		
	var 24		11,20	11,83	11,94	11,70	10,75	11,49	11,95	11,79	12,38	11,63	11,15	11,27	12,31	11,77	13,31	12,95	12,22	12,05	12,00	13,52	11,53	12,32	11,55	12,16	11,14	11,81	12,71	11,42	11,13	11,54	11,88		
13	var 25		11,64	11,11	11,05	10,04	10,08	12,15	12,04	10,27	9,66	11,73	9,62	9,41	11,39	10,16	10,76	9,76	10,36	10,84	9,78	10,91	10,25	10,49	11,80	9,95	11,95	10,34	12,01	10,89	10,65	11,46	10,74		
	var 26		11,21	11,13	10,60	10,86	11,30	10,54	11,82	10,87	10,92	12,07	11,27	11,64	11,36	11,02	11,33	10,98	10,68	10,21	11,29	11,23	11,53	11,12	12,74	10,18	12,39	13,21	12,35	12,28	10,36	11,18	11,32		
14	var 27		10,82	10,25	10,76	11,25	11,23	10,45	10,55	11,47	10,30	11,42	10,50	10,17	10,53	10,39	11,41	10,57	10,90	11,26	9,87	9,84	11,63	10,51	11,32	10,44	10,99	9,79	10,17	10,13	11,22	10,21	10,68		
	var 28		10,63	12,14	9,74	12,18	11,25	11,01	9,81	10,47	10,45	10,20	10,40	10,31	10,86	10,05	9,73	9,54	10,94	11,56	10,32	9,76	10,16	10,09	11,88	9,40	10,64	10,18	10,15	9,84	10,07	9,40	10,44		
15	var 29		9,36	10,47	11,18	11,00	9,82	9,86	10,13	11,09	10,70	11,48	10,02	10,66	10,26	12,31	10,46	10,87	10,27	11,74	10,81	9,93	9,79	10,06	11,60	10,88	11,67	9,99	9,28	9,28	10,32	10,85	10,54		
	var 30		9,85	10,60	13,63	10,05	9,97	11,22	10,04	11,77	10,46	10,62	10,25	10,89	10,18	10,88	11,10	10,50	12,13	10,95	11,89	9,90	10,13	11,15	11,38	10,20	11,62	10,46	10,51	10,53	10,85	9,27	10,77		
16	var 31		10,22	9,88	10,68	9,88	11,51	11,49	10,91	11,97	12,70	11,37	10,16	10,69	9,96	11,91	11,21	11,01	10,23	10,28	11,31	9,25	11,27	11,61	11,33	11,46	10,36	10,97	10,97	11,10	9,93	11,32	10,90		
	var 32		11,84	9,55	10,76	12,59	11,02	8,81	11,81	9,77	10,43	11,29	12,16	10,63	11,51	9,79	9,77	10,36	8,94	9,98	10,66	9,88	9,53	9,92	10,37	10,24	11,								

Tabela D-15: Resultados simulação Cenário 8, Tempo médio de atraso

No. Parâmetro	V.P.	Tempo médio de atraso																														média
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
default		59,15	58,25	56,15	57,14	59,48	56,96	57,06	57,23	58,53	58,06	57,21	57,99	57,08	57,39	55,90	58,33	57,24	57,48	57,05	59,69	58,32	59,25	57,97	58,77	56,47	58,21	58,23	58,14	58,00	56,79	57,78
1	var 1	58,39	57,41	57,88	56,32	57,51	57,68	57,02	56,97	58,32	57,97	58,09	57,83	57,47	58,68	58,03	56,66	57,64	57,49	57,97	57,24	58,96	57,32	59,54	56,36	57,67	58,13	59,30	57,47	57,89	55,70	57,70
	var 2	56,70	57,43	57,88	57,02	58,21	57,79	57,59	57,35	57,15	56,52	57,79	57,82	58,66	58,33	58,03	57,84	58,05	57,88	57,62	57,43	57,95	58,20	57,81	57,43	57,59	58,65	56,81	56,63	58,29	56,88	57,64
2	var 3	57,29	57,39	57,13	58,74	57,67	58,03	57,55	57,02	58,44	57,24	58,69	58,69	58,40	58,20	57,21	57,14	58,38	57,35	57,53	59,10	59,12	59,02	55,90	58,05	58,26	57,74	57,29	61,43	57,72	59,55	58,04
	var 4	56,88	58,06	57,26	59,31	57,38	57,87	57,91	57,79	57,57	57,53	57,17	56,30	56,97	58,39	57,17	57,27	58,71	58,39	57,31	58,12	57,10	58,68	57,99	58,43	57,09	56,52	57,43	58,01	58,27	57,73	57,69
3	var 5	59,26	56,71	58,52	58,54	56,42	57,59	57,78	58,66	58,35	57,13	58,03	58,19	57,45	59,14	57,78	58,66	57,74	57,51	57,76	57,22	57,56	58,85	57,76	57,60	57,30	58,17	56,16	57,90	59,03	58,11	57,90
	var 6	58,52	59,25	57,34	57,75	57,77	58,29	57,04	56,70	57,72	58,53	60,27	58,28	59,66	58,33	57,01	58,98	57,50	58,11	58,30	57,45	57,32	57,19	59,30	57,50	57,89	57,61	59,27	57,67	57,66	58,01	58,07
4	var 7	59,20	58,64	58,45	58,16	57,23	57,17	59,20	57,45	57,63	59,00	56,33	57,19	56,59	57,29	58,52	56,98	58,48	59,12	56,57	58,36	58,52	57,47	57,16	56,98	57,20	58,62	56,82	57,74	57,50	58,91	57,82
	var 8	57,77	57,36	57,76	57,62	56,71	57,22	57,33	56,31	56,17	57,10	58,16	57,18	56,80	57,49	57,96	56,79	57,65	57,00	57,84	58,71	57,77	58,35	57,97	58,37	56,16	59,00	57,66	57,31	58,54	58,78	57,56
5	var 9	57,79	57,23	58,64	56,86	56,90	58,01	56,48	58,54	58,55	58,16	57,06	58,06	56,66	58,86	58,42	57,85	57,20	57,98	59,05	58,63	57,30	57,51	59,14	56,86	57,62	56,97	57,63	58,38	57,60	57,64	57,79
	var 10	56,13	58,58	57,69	59,03	56,23	56,67	58,04	58,78	56,80	57,47	58,57	57,61	58,51	59,07	57,43	58,24	57,43	57,63	57,86	57,89	59,22	57,72	57,59	57,41	58,41	58,70	57,57	57,47	58,76	56,03	57,82
6	var 11	57,59	58,16	57,97	58,19	57,65	58,89	58,24	57,35	57,76	58,50	58,59	57,18	57,15	57,00	57,00	57,30	57,67	57,16	59,95	58,91	58,79	57,57	59,15	58,29	57,45	56,69	56,88	56,80	58,28	57,86	57,87
	var 12	93,80	114,48	113,90	93,22	92,61	102,88	97,04	100,98	108,14	117,06	100,76	88,18	150,18	119,21	93,59	118,11	113,77	109,34	103,13	115,17	102,98	95,41	94,72	101,00	89,79	118,13	110,76	91,27	130,02	105,39	106,17
7	var 13	58,16	57,25	57,03	58,06	57,47	57,04	57,42	57,92	56,09	57,44	58,09	57,96	58,21	57,66	57,51	58,09	58,54	58,05	59,16	58,67	55,98	55,76	57,70	57,96	56,52	57,66	58,36	56,83	56,55	59,30	57,68
	var 14	58,31	59,80	57,94	58,47	58,62	58,61	58,52	59,00	56,89	58,58	58,33	57,71	57,06	58,15	56,94	56,79	57,59	56,75	57,75	58,04	57,46	56,50	56,68	60,00	56,98	57,74	58,15	57,38	58,03	57,34	57,87
8	var 15	57,36	59,75	59,76	59,30	56,22	59,05	59,70	58,06	58,69	58,22	59,61	58,26	59,60	56,64	58,50	59,60	58,78	58,52	57,23	58,45	58,45	58,83	57,04	58,41	60,11	60,20	58,66	58,63	58,65	59,59	58,66
	var 16	56,88	58,43	57,94	55,26	55,88	56,06	56,68	57,52	55,95	57,90	57,66	56,74	56,75	57,06	56,19	57,73	57,41	56,46	56,55	57,75	57,43	56,00	56,91	57,79	56,65	55,87	56,97	56,25	57,95	56,93	56,92
9	var 17	58,13	58,15	57,93	57,64	57,47	58,17	57,48	56,39	57,45	58,27	59,31	58,67	58,99	57,23	58,51	57,94	56,89	59,41	56,78	56,38	57,22	57,22	58,56	57,24	57,88	58,23	57,76	57,82	58,16	58,17	57,85
	var 18	58,61	57,60	56,75	57,38	57,02	57,33	56,96	58,75	56,03	57,09	58,25	57,15	57,06	58,22	57,71	56,75	57,22	56,71	57,51	58,85	57,74	57,71	57,79	57,52	57,54	56,72	56,85	57,70	57,12	58,99	57,49
10	var 19	57,20	58,20	57,01	57,89	58,02	57,73	57,69	58,06	57,62	57,46	56,79	55,77	57,52	57,49	56,21	57,33	56,70	58,52	57,46	59,26	57,52	56,24	55,01	56,77	57,24	57,54	57,94	56,74	58,57	59,65	57,44
	var 20	56,32	57,27	58,34	58,85	57,63	58,09	59,43	57,19	58,83	58,21	58,37	57,08	57,30	57,90	58,16	57,85	56,52	56,79	58,80	57,07	58,76	58,06	58,79	56,60	57,57	58,24	57,55	56,71	59,70	58,55	57,89
11	var 21	57,57	57,75	56,60	57,69	56,50	57,59	56,64	59,25	57,44	56,37	56,73	56,83	59,25	57,38	58,28	58,06	57,53	56,78	57,04	58,15	56,80	57,30	57,23	58,07	58,07	57,17	57,15	56,41	57,05	57,12	57,39
	var 22	57,84	57,06	61,70	58,14	59,33	58,33	56,91	59,23	58,08	58,29	57,81	58,36	60,11	59,06	58,80	58,52	58,80	58,72	59,58	58,79	57,22	57,32	57,79	58,47	56,96	57,96	57,51	58,87	58,68	58,67	58,43
12	var 23	58,34	58,51	59,26	58,06	57,54	57,08	59,09	56,41	57,99	57,53	58,00	57,36	59,37	58,09	57,66	58,42	57,26	58,40	58,99	57,52	57,11	58,02	60,21	56,96	58,81	57,15	57,83	57,92	56,59	57,49	57,97
	var 24	58,24	57,55	57,54	57,65	57,76	58,41	59,26	56,78	58,36	57,66	58,03	57,77	57,39	56,83	57,81	56,95	57,46	56,66	57,12	56,58	56,76	57,41	56,52	57,01	56,70	57,43	57,34	57,70	58,65	58,19	57,52
13	var 25	121,66	159,44	151,92	143,96	189,64	149,84	179,06	178,90	196,63	142,41	161,26	117,60	161,66	144,17	142,24	138,63	138,17	157,17	127,08	137,29	117,07	178,37	134,19	181,97	150,63	216,93	197,70	179,27	170,62	134,80	156,68
	var 26	65,57	66,07	66,09	70,62	66,14	67,29	66,55	67,94	67,33	69,30	68,55	67,64	66,46	66,28	65,88	65,17	68,48	66,29	69,63	68,68	66,32	68,62	68,17	67,64	67,87	68,45	66,85	67,28	65,05	68,08	67,34
14	var 27	56,78	57,29	58,82	56,82	57,38	58,05	58,09	57,74	57,77	58,25	59,65	57,21	57,43	58,27	57,68	57,28	57,15	57,18	58,68	57,45	56,25	57,77	57,37	58,39	56,98	56,09	58,04	57,87	57,71	56,99	57,61
	var 28	58,67	57,23	58,50	58,37	57,66	58,86	56,98	57,24	57,57	55,46	57,33	57,10	59,59	58,72	58,81	57,64	56,55	58,12	57,84	59,24	56,35	58,12	56,42	56,60	58,21	57,59	56,82	58,89	58,25	58,39	57,77
15	var 29	56,13	57,81	57,30	58,06	56,79	56,20	57,06	60,71	57,09	57,49	59,52	57,76	56,99	57,75	56,76	58,22	57,53	60,13	56,67	57,84	57,88	58,34	58,29	58,12	57,60	58,24	57,14	57,73	57,99	58,85	57,80
	var 30	59,26	59,09	58,59	58,33	57,78	57,10	57,34	57,20	57,70	59,21	58,52	57,98	58,11	58,21	58,33	59,96	59,22	56,86	57,75	58,97	57,10	58,48	58,62	58,06	57,85	57,27	57,21	57,81	59,12	59,11	58,20
16	var 31	56,99	56,42	57,28	57,83	58,37	58,01	57,50	58,59	57,94	57,07	58,61	57,89	57,21	58,18	57,30	58,10	58,80	57,59	57,22	57,56	57,70	56,58	57,21	56,88	59,49	57,97	56,76	58,11	57,80	58,94	57,

Tabela D-16: Resultados simulação Cenário 8, Comprimento médio de filas

No. Parâmetro	V.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
default		67,34	65,54	61,06	63,13	67,53	62,71	62,51	64,75	66,15	63,99	64,03	64,29	62,64	63,63	61,58	65,91	63,49	64,58	62,88	67,97	65,72	66,59	64,67	65,68	63,83	64,94	64,97	63,39	66,24	63,85	64,52
1	var 1	64,64	63,41	63,10	62,57	64,03	61,81	63,29	63,30	65,50	63,07	64,52	64,92	64,23	66,57	65,09	64,11	64,11	63,80	63,03	62,69	67,16	63,91	67,05	61,61	63,72	63,39	66,88	63,52	63,36	61,15	63,98
	var 2	64,35	63,78	64,47	62,37	64,48	66,19	64,02	63,91	63,26	61,85	66,28	65,15	65,93	65,74	64,67	63,72	65,42	64,30	64,59	64,05	63,36	65,09	65,69	64,88	64,14	65,03	62,41	63,07	65,30	62,86	64,35
2	var 3	63,58	63,79	63,27	64,18	64,36	65,08	64,42	63,94	65,83	64,53	65,74	65,46	62,92	65,51	63,83	63,10	66,68	63,57	64,09	66,95	66,72	66,93	60,96	63,61	65,55	64,20	63,22	68,69	64,06	66,85	64,72
	var 4	62,82	64,59	63,22	66,39	63,44	64,21	64,31	65,52	63,86	62,79	63,19	61,23	62,83	66,66	63,39	63,85	66,26	65,23	63,94	66,13	63,71	66,29	64,92	66,58	64,36	62,46	63,36	64,74	65,60	64,76	64,36
3	var 5	65,54	62,56	64,80	65,67	62,44	63,99	64,44	65,47	65,75	63,71	64,89	64,51	63,08	67,82	66,42	64,70	64,33	63,89	64,03	62,67	63,16	66,81	64,60	63,17	62,72	65,47	61,45	63,75	66,67	64,09	64,42
	var 6	65,43	65,95	64,51	64,88	65,08	66,13	62,34	63,39	64,64	65,39	67,11	66,74	67,55	64,89	64,01	65,90	63,25	65,51	65,67	63,96	64,15	64,01	66,97	62,80	64,02	63,32	65,85	63,79	64,27	64,41	64,86
4	var 7	66,54	66,66	65,21	65,98	62,92	64,02	66,09	64,08	64,44	65,83	63,56	63,99	61,30	62,84	66,58	61,53	65,33	67,26	62,18	65,40	64,30	63,86	63,58	64,56	64,36	66,36	62,75	63,28	63,49	67,19	64,52
	var 8	64,99	64,45	63,70	63,64	63,66	62,52	62,24	61,47	61,68	64,17	63,12	63,80	62,25	64,46	64,41	62,29	63,78	63,23	64,11	66,46	63,48	64,76	64,19	65,91	60,63	65,45	64,04	64,76	66,26	65,75	63,92
5	var 9	63,46	62,82	65,27	63,48	63,26	65,14	62,27	64,91	65,20	65,77	64,26	64,75	62,57	66,95	66,28	64,41	63,76	63,70	65,66	65,34	63,63	64,82	67,69	62,76	65,27	63,21	64,31	65,80	63,88	63,77	64,48
	var 10	63,16	65,84	62,91	66,95	60,68	61,79	64,68	66,09	62,81	65,41	65,47	65,03	65,93	66,84	63,53	64,33	63,92	63,90	65,33	64,26	65,86	63,90	63,69	62,57	66,02	66,20	64,61	63,56	64,25	61,72	64,37
6	var 11	64,07	64,54	65,24	65,86	63,44	67,01	65,69	65,14	64,55	66,56	66,12	64,04	64,01	64,45	62,93	63,70	69,06	66,65	65,98	63,59	67,83	65,00	65,10	64,51	62,58	63,16	64,80	65,59	64,92		
	var 12	97,41	116,36	114,82	94,55	90,75	104,74	96,25	102,06	111,01	123,33	104,51	89,85	135,10	121,25	94,14	122,68	111,71	111,13	102,46	117,99	107,42	95,49	96,98	103,41	89,75	113,06	115,44	92,13	128,15	107,88	107,06
7	var 13	65,70	63,75	63,46	64,40	63,11	63,05	65,25	64,68	62,65	63,68	65,45	62,98	64,58	63,00	64,84	64,48	66,47	65,19	66,45	66,74	61,46	59,72	64,51	64,17	60,95	63,53	66,13	65,45	62,81	66,22	64,16
	var 14	64,86	68,09	66,72	65,42	64,30	68,02	66,31	66,88	62,57	67,09	65,96	64,32	64,11	64,25	63,31	62,79	64,10	61,97	65,29	64,50	64,21	61,88	63,94	67,69	63,34	64,14	65,03	63,08	64,40	62,93	64,72
8	var 15	62,57	66,62	66,84	65,89	61,55	66,39	66,15	64,51	64,20	66,26	65,70	64,32	66,13	62,44	65,43	67,25	65,04	65,25	62,88	66,16	66,13	66,81	62,36	65,53	66,89	67,14	65,55	65,01	64,84	66,12	65,20
	var 16	63,59	66,64	67,24	59,86	62,25	62,21	63,51	65,34	62,19	64,71	65,60	62,81	63,90	62,48	61,71	63,13	65,45	64,12	61,86	64,22	65,17	61,62	64,02	66,14	61,99	62,24	63,55	62,33	66,01	64,22	63,67
9	var 17	64,28	65,08	64,25	62,64	62,42	65,11	61,87	62,73	61,90	65,15	66,56	65,61	67,12	63,57	65,21	64,60	61,31	66,06	62,06	62,01	63,18	63,07	64,65	62,46	64,41	65,13	61,57	64,60	64,30	63,44	63,88
	var 18	65,55	64,23	63,11	63,95	62,70	63,98	63,31	65,39	61,99	63,22	65,57	63,64	63,83	66,39	64,64	63,32	65,08	61,71	64,91	66,72	65,21	62,97	64,58	64,76	63,37	62,07	64,14	66,12	63,07	67,34	64,23
10	var 19	63,14	65,78	63,52	65,46	64,18	65,14	63,65	64,20	62,08	63,33	63,96	62,49	64,60	65,01	61,41	63,96	63,57	66,21	64,35	66,15	64,32	61,03	59,56	63,31	63,40	63,24	65,33	63,29	67,34	66,47	63,98
	var 20	60,83	63,76	64,60	66,22	63,85	64,71	66,87	63,69	67,47	65,20	65,82	62,29	62,33	64,33	63,86	63,61	60,18	62,79	66,79	63,23	65,61	64,06	66,15	61,21	63,44	64,75	63,96	61,71	68,36	64,17	64,19
11	var 21	64,17	64,30	63,02	64,03	61,67	63,26	63,06	67,36	62,02	63,00	61,84	62,86	66,74	64,60	65,49	65,80	64,00	62,96	62,94	64,54	63,39	64,01	64,86	65,30	66,00	62,89	64,03	62,38	62,62	62,76	63,86
	var 22	64,09	62,15	70,61	63,65	67,77	64,55	61,94	65,68	64,20	65,98	64,87	64,64	66,88	67,20	65,40	65,40	66,01	66,01	68,25	67,13	63,27	63,15	64,29	65,43	63,74	64,94	64,36	64,79	66,85	64,99	65,27
12	var 23	66,97	66,36	65,53	65,04	63,77	62,73	65,81	61,44	64,90	62,81	66,65	62,74	67,53	65,93	65,39	65,88	63,84	66,30	65,66	63,56	62,29	65,35	67,95	63,08	67,36	64,31	65,50	64,87	66,85	63,02	64,88
	var 24	65,86	63,79	64,50	63,86	65,22	65,44	66,80	62,39	65,10	63,93	64,56	62,93	62,80	62,73	63,58	63,37	64,99	63,05	62,95	62,74	62,76	64,69	62,10	64,36	60,90	64,39	63,70	64,17	66,01	63,19	63,90
13	var 25	155,58	177,59	178,28	174,78	188,66	185,47	197,54	191,15	203,29	171,91	185,42	151,71	184,91	178,06	172,69	158,35	175,98	176,02	143,14	178,38	156,32	196,29	156,59	191,57	185,90	207,03	195,50	190,30	195,69	160,35	178,82
	var 26	66,42	66,54	65,37	72,72	66,92	67,69	67,90	68,47	67,37	70,64	70,32	68,49	66,54	66,48	64,76	66,19	69,45	67,48	72,48	68,74	67,44	71,08	67,85	68,79	68,76	69,00	68,20	67,33	64,47	69,13	68,10
14	var 27	62,18	63,00	67,19	62,73	63,81	66,20	63,91	62,60	64,42	64,87	66,28	62,84	63,73	65,98	63,62	63,90	64,20	63,21	64,91	63,75	62,16	63,88	63,93	66,62	64,41	61,21	64,85	63,95	63,89	63,25	64,05
	var 28	65,60	63,43	65,37	65,14	64,40	65,33	64,41	62,82	64,22	60,35	63,79	63,26	67,70	65,76	65,68	64,29	63,55	65,82	63,86	65,61	61,54	66,33	62,67	61,87	65,03	64,74	62,02	66,06	65,80	64,87	64,38
15	var 29	61,35	65,18	63,32	63,89	61,88	62,14	63,63	68,50	63,60	63,88	67,05	64,48	63,64	65,87	62,09	65,02	64,77	67,92	63,86	64,04	64,69	64,60	65,00	66,47	63,80	62,77	64,13	65,79	64,54	65,56	64,45
	var 30	66,57	66,25	64,91	65,79	65,20	63,44	64,56	64,23	64,75	66,62	64,76	64,81	66,08	63,95	65,91	69,48	67,25	63,45	64,14	67,47	63,51	64,94	66,52	64,21	64,25	63,71	64,94	63,66	66,64	66,71	65,29
16	var 31	62,74	61,02	62,68	63,79	64,65	63,84	65,01	65,19	64,66	63,75	65,02	63,97	62,60	65,02	63,12	64,83	65,46	64,61	64,23	62,72	64,89	62,63	64,15	62,60	67,49	64,63	62,20	65,12	64,86	65,53	64,10
	var 32	65,82	63,01	66,54	64,55	64,89	64,66																									

Tabela D-17: Resultados simulação Cenário 9, Tempo médio de atraso

No.	Parâmetro	V.P.	Tempo médio de atraso																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
	default		40,56	36,17	39,44	33,75	35,15	35,89	41,81	28,02	36,26	47,31	38,05	61,39	36,77	39,45	32,79	42,01	43,62	32,51	34,42	51,65	43,35	49,33	31,34	45,05	34,28	59,55	49,10	30,47	40,08	40,08	40,32
1	var 1		32,20	46,98	48,88	40,73	62,79	39,86	31,55	38,03	55,15	31,02	37,18	40,48	35,83	32,75	49,07	33,90	37,22	29,22	27,58	45,15	35,27	31,78	40,17	42,72	36,97	37,79	29,60	43,81	32,60	33,29	38,99
	var 2		39,99	29,22	39,11	28,21	33,02	34,03	36,53	43,32	30,57	36,26	50,46	41,65	44,08	33,34	33,56	30,94	30,95	54,10	36,24	46,20	38,06	47,93	34,91	36,47	34,19	33,69	48,11	47,73	34,94	34,76	37,89
2	var 3		28,58	39,03	45,65	55,36	42,17	36,79	28,08	39,82	32,26	38,14	32,91	40,45	37,01	40,07	36,26	43,39	31,69	37,22	30,64	31,61	37,60	39,36	29,41	33,33	31,46	44,11	33,42	43,08	42,94	46,46	37,61
	var 4		40,96	31,56	34,56	44,17	37,35	53,66	33,04	39,58	48,56	41,15	37,73	49,46	46,72	39,61	36,79	35,08	43,56	36,76	48,06	37,08	40,52	35,47	38,27	36,91	33,35	38,35	42,91	41,32	34,98	37,36	39,83
3	var 5		50,21	41,39	37,97	53,09	45,57	32,24	48,95	49,63	31,82	30,68	42,34	32,55	40,04	40,17	40,32	41,86	32,77	39,63	36,08	31,73	42,35	40,85	42,67	32,36	38,37	31,09	60,86	30,46	36,55	48,13	40,09
	var 6		40,29	30,85	42,31	33,35	37,11	43,26	42,79	33,61	37,01	35,17	38,18	42,09	31,81	30,63	42,38	32,80	47,35	46,41	34,67	32,99	34,88	36,47	38,36	43,48	34,72	41,90	31,14	33,72	28,88	40,34	37,30
4	var 7		43,25	43,62	40,91	46,16	38,10	30,76	48,42	38,87	37,28	31,25	25,52	34,95	38,39	42,10	41,23	44,22	41,56	37,78	51,52	30,89	44,05	43,49	37,55	40,64	31,06	45,36	44,04	32,95	41,09	35,57	39,42
	var 8		35,63	32,37	39,51	48,81	44,93	33,01	28,93	32,90	40,77	42,16	33,79	37,56	48,36	35,63	47,21	44,15	32,03	33,78	35,74	32,87	34,68	39,20	39,76	38,28	33,23	30,00	42,69	57,93	39,86	30,41	38,19
5	var 9		32,56	33,23	40,29	34,86	32,26	53,50	32,90	53,64	42,35	27,88	33,18	36,45	42,25	45,61	32,32	35,61	31,73	33,71	33,94	49,46	34,02	36,59	28,95	40,25	36,62	42,85	44,23	34,88	31,91	37,64	
	var 10		43,49	31,58	39,18	37,85	39,79	33,56	36,90	30,18	35,71	38,91	39,98	44,65	42,41	33,07	49,05	46,77	25,52	27,67	35,46	33,48	33,22	42,96	29,77	37,56	32,28	31,23	44,83	44,33	39,26	37,63	37,25
6	var 11		36,66	39,16	37,65	41,00	38,54	39,42	55,28	32,44	33,20	34,90	40,83	32,53	44,61	44,17	33,13	31,61	41,32	27,59	51,11	33,04	29,77	29,89	31,26	32,75	32,62	29,80	48,67	34,84	47,38	39,17	37,48
	var 12		104,62	111,32	94,19	121,02	128,40	134,98	128,94	168,97	143,31	146,94	104,64	140,90	162,70	139,51	143,99	142,77	128,50	128,80	155,14	139,27	135,47	117,55	152,35	108,90	141,19	147,05	146,25	151,44	121,12	145,22	134,52
7	var 13		34,81	45,01	45,54	31,74	31,00	35,59	30,83	27,50	34,78	36,48	49,94	37,53	34,83	38,60	34,43	32,56	56,51	51,11	31,87	36,80	38,22	31,21	46,14	45,29	45,23	36,38	33,69	41,35	41,18	33,47	38,32
	var 14		35,81	32,12	40,68	47,87	34,78	34,02	32,44	34,71	33,65	37,03	42,26	41,65	53,12	34,63	34,02	36,52	31,44	33,31	33,28	34,81	39,08	29,10	42,21	40,95	33,81	35,97	49,05	32,73	38,22	36,05	40,49
8	var 15		47,09	32,42	50,85	52,06	46,28	41,16	34,75	43,40	52,77	44,66	46,23	46,83	46,99	34,55	41,21	33,28	56,58	53,30	37,33	41,56	32,27	53,14	42,74	38,19	29,95	48,09	39,01	46,02	33,19	44,50	43,01
	var 16		31,94	32,33	29,07	39,21	55,05	40,76	28,78	36,41	32,27	34,22	34,02	35,81	43,18	31,21	29,71	43,57	34,48	36,70	28,11	38,30	29,12	27,84	34,99	32,18	40,41	48,95	33,28	27,12	48,61	40,79	35,95
9	var 17		43,90	36,12	40,40	37,23	42,35	41,19	49,66	35,74	34,88	32,94	32,57	35,49	39,58	35,01	37,08	38,33	45,32	38,19	29,35	48,12	35,55	43,48	48,52	31,90	44,21	29,93	34,56	34,79	42,91	37,40	38,55
	var 18		47,41	48,65	35,80	42,77	40,52	37,36	33,17	49,42	27,64	34,09	34,31	43,92	27,57	29,24	36,39	35,02	40,04	42,81	30,48	43,57	34,44	34,05	36,69	32,45	31,92	28,09	31,32	35,44	32,98	36,35	36,46
10	var 19		40,66	32,84	45,58	48,52	41,03	45,72	39,97	48,05	39,45	34,39	28,61	44,79	37,67	38,02	63,58	42,14	47,62	36,56	44,45	41,63	30,81	34,15	36,78	44,24	39,31	47,48	40,32	39,29	35,09	36,66	40,85
	var 20		36,08	38,76	36,26	33,44	40,82	43,92	32,60	47,86	62,67	39,84	45,01	34,87	44,66	47,33	29,74	51,51	43,79	38,50	42,05	39,36	38,41	29,77	29,45	43,69	43,48	40,25	50,22	42,87	47,84	38,38	41,02
11	var 21		32,07	44,45	30,54	36,78	33,13	33,44	27,10	49,68	37,03	31,98	28,29	28,21	35,83	39,83	45,42	34,82	34,03	38,87	35,32	29,33	38,20	28,37	38,06	34,40	34,65	41,12	35,23	34,36	42,90	31,12	35,82
	var 22		49,85	48,66	35,87	38,66	40,52	34,03	44,07	35,26	32,52	39,54	41,25	34,21	35,98	43,61	44,07	32,21	33,87	39,88	44,60	38,81	36,87	30,58	36,94	36,31	50,54	41,15	35,37	34,39	43,06	40,60	39,72
12	var 23		31,29	38,68	41,68	61,83	29,61	38,04	38,63	40,07	28,28	40,82	34,48	34,40	31,45	35,80	29,33	31,13	35,19	35,49	39,05	43,45	39,40	30,02	35,14	29,46	29,39	31,44	41,58	32,56	47,88	33,04	36,29
	var 24		33,04	46,02	38,50	33,53	41,59	41,57	37,58	43,37	42,09	41,77	38,07	40,45	32,48	41,07	49,84	41,18	46,50	50,53	32,21	34,00	47,73	39,98	36,93	30,07	32,68	47,24	30,58	44,32	40,54	34,23	39,66
13	var 25		32,09	25,71	31,25	29,06	32,29	31,10	33,46	34,99	42,21	32,24	29,69	36,24	35,89	31,04	36,42	25,59	34,11	36,36	39,08	32,78	37,32	33,73	32,85	38,98	30,56	26,36	32,94	31,85	30,45	34,47	33,04
	var 26		45,75	71,13	67,18	63,15	48,81	43,12	53,69	43,59	55,59	70,21	77,00	54,24	57,68	62,54	65,69	77,85	63,85	75,92	38,51	56,99	49,19	61,43	54,68	53,53	48,98	63,53	48,06	59,98	37,72	51,86	57,38
14	var 27		39,20	42,72	32,61	46,23	28,96	35,74	36,05	44,20	47,61	41,35	36,25	37,47	40,27	30,92	41,00	61,63	37,02	33,40	46,12	32,43	30,77	56,62	32,83	36,24	34,44	36,32	51,58	29,86	33,33	38,78	
	var 28		33,66	46,89	37,17	43,84	43,77	38,82	51,10	36,62	36,53	42,86	43,47	47,82	53,71	36,72	36,65	38,81	41,03	39,54	52,67	36,03	39,63	40,01	42,79	52,21	31,27	51,01	48,33	45,28	34,28	43,74	42,24
15	var 29		35,94	38,77	43,94	32,65	41,81	38,94	31,55	35,66	39,56	37,87	29,86	49,99	39,17	39,26	41,65	30,37	38,42	33,26	49,43	43,17	28,98	31,49	44,71	41,15	42,75	34,69	37,01	32,16	32,59	50,31	38,34
	var 30		29,44	40,03	47,23	40,75	34,30	32,64	34,03	32,03	38,00	28,19	53,78	41,12	43,55	33,84	35,67	52,57	40,68	35,94	41,72	38,13	33,82	38,71	40,93	38,63	37,14	46,32	27,27	39,67	38,06	42,10	38,54
16	var 31		30,67	48,74	36,49	34,03	41,85	30,12	39,21	28,36	35,02	41,78	35,90	35,96	32,48	31,36	34,74	38,33	36,70	42,37	40,93	43,68	43,25	33,97	29,97	34,28	36,22	42,09	48,73	35,32	28,82	36,90	36,94
	var 32		46,58	37,67	39,29	36,08	50,78	34,90	35,05	41,30	40,72	31,01	34,41	45,83	43,20	36,44	35,28	34,28	49,26	47,72	29,87	37,81	45,31	47,08	37,40	35,56	38,82	32,09	38,72	30,90	36,72	52,90	39,43
17	var 33		35,58	39,75	31,82	34,32	47,91	33,88	33,17	49,24	49,52	47,76	48,01	37,07	40,14	51,94	41,68	45,70	45,72	31,58	35,15	40,35	40,64	36,02	38,20	29,90	37,73	40,86	41,49	39,51	35,96	63,35	40,80
	var 34		39,08	44,94	50,78	42,90	33,88	39,70	44,29	36,94	40,81	48,70	34,34	41,74	34,31	37,66	40,72	32,47	34,90	32,97	37,18	46,84	32,18	33,35	33,85	36,31	52,42	36,30	44,69	38,74	37,72	62,29	40,27
18	var 35		45,82	40,51	35,48	45,28	41,51	29,49	39,39	37,59	51,04	38,32	37,62	38,82	38,03	44,79	38,59	36,59	42,56	51,88	37,41	46,81	32,76	44,12	35,05	40,61	59,85	46,96	37,75	36,24	32,82	32,36	41,23
	var 36		34,45	53,56	44,15	35,13	42,10	35,56	37,63	34,53	32,78	41,97	45,11	30,93	36,86	36,25	36,86																

legenda:
V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-18: Resultados simulação Cenário 9, Comprimento médio de filas

No. Parâmetro	V.P.	Comprimento médio de filas																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média	
default		28,63	25,01	27,26	23,35	24,13	24,00	29,28	17,99	25,91	34,96	26,78	46,21	24,93	26,83	22,54	29,04	31,75	22,12	22,85	36,97	30,12	35,40	20,93	32,37	23,47	46,49	35,40	20,60	28,66	27,72	28,39	
1	var 1	21,67	33,58	34,57	29,25	46,81	28,44	21,13	27,61	42,32	20,91	25,48	28,92	23,93	22,91	35,98	23,74	24,98	19,07	17,95	33,33	24,42	29,62	28,12	31,71	25,59	26,00	19,85	31,48	21,50	22,33	27,44	
	var 2	27,48	19,09	26,97	18,32	22,40	23,30	25,22	30,55	20,24	24,26	37,97	28,87	32,24	21,63	22,81	23,71	20,64	39,85	25,11	33,46	27,13	25,38	23,97	26,84	22,99	22,12	34,40	36,16	24,61	22,86	26,39	
	var 3	18,31	26,91	32,39	42,21	29,24	27,02	18,14	28,65	21,28	25,83	22,05	30,81	25,53	27,59	25,89	30,61	20,95	25,12	20,42	21,12	25,91	28,00	19,43	22,49	21,01	30,86	22,83	30,39	31,08	31,89	26,13	
2	var 4	29,27	20,92	22,96	31,29	25,49	39,58	22,54	27,31	34,81	29,29	25,99	36,43	34,75	28,41	25,76	24,64	30,25	26,10	33,60	24,64	28,50	34,24	26,48	25,14	23,21	26,13	30,52	28,71	23,95	26,06	27,90	
	var 5	36,80	29,30	28,04	38,65	31,93	21,09	34,56	37,55	21,21	20,19	29,93	21,61	27,69	27,91	27,25	29,47	21,64	27,66	24,75	21,33	29,77	29,32	29,90	21,77	26,52	20,55	46,92	19,98	26,98	35,77	28,20	
	var 6	27,92	20,80	29,23	23,88	25,83	30,28	29,82	22,87	26,72	24,74	20,30	30,21	21,08	20,27	29,97	21,97	36,04	35,90	23,65	21,87	23,32	25,35	26,78	30,72	23,54	29,75	21,43	22,48	18,60	30,76	26,10	
3	var 7	29,75	31,12	28,18	33,04	27,09	20,39	34,82	26,77	28,43	20,24	15,54	25,30	25,50	29,54	29,59	31,85	30,75	26,32	39,49	20,29	30,36	30,35	25,42	29,04	30,38	33,33	32,62	22,59	28,39	24,26	27,69	
	var 8	24,47	21,79	27,51	33,80	31,13	22,11	19,36	22,40	28,99	29,64	22,94	27,25	34,64	24,80	36,35	32,41	21,75	22,83	24,95	22,20	23,27	27,65	27,08	27,34	22,52	19,51	29,99	43,38	27,67	19,41	26,64	
	var 9	21,87	22,88	29,25	23,37	21,77	41,67	21,95	39,34	29,84	18,18	22,20	25,24	29,65	37,12	22,03	27,83	24,60	20,77	22,93	23,73	36,70	23,33	25,70	18,23	28,20	25,44	31,41	31,48	23,89	21,26	26,40	
4	var 10	30,46	20,92	26,28	26,15	27,12	22,44	24,98	19,50	24,23	26,54	28,47	31,24	30,81	21,37	34,51	32,58	15,54	17,44	24,53	22,53	22,76	30,41	19,91	25,67	20,83	20,34	34,26	31,71	27,10	26,13	25,56	
	var 11	24,57	27,00	26,13	29,45	25,96	27,97	39,45	21,89	22,11	23,23	28,61	22,34	31,69	31,22	22,31	21,40	29,75	17,82	40,02	22,01	19,35	19,63	20,30	20,92	21,84	19,77	36,02	24,02	35,14	26,91	25,96	
	var 12	81,92	91,72	77,67	107,34	109,66	117,13	103,99	151,03	118,44	123,73	92,99	121,75	146,43	122,68	114,32	121,68	106,85	114,96	126,57	113,10	116,82	95,97	129,73	88,86	130,35	128,42	128,42	129,79	95,51	129,11	114,56	
5	var 13	25,23	31,52	31,81	21,20	19,86	25,13	19,90	17,69	24,29	25,19	35,30	26,53	24,37	26,90	23,08	21,24	43,65	38,89	21,26	25,06	26,31	20,68	33,19	32,11	34,27	25,35	23,65	28,90	29,48	22,28	26,81	
	var 14	23,87	21,82	28,37	34,72	22,27	21,76	23,51	23,45	26,15	29,42	29,11	37,97	23,24	22,39	25,07	20,69	31,35	22,08	25,75	28,13	18,99	28,15	29,76	22,30	24,17	37,13	22,60	26,00	24,43	19,28	25,82	
	var 15	34,40	21,50	39,26	37,38	32,53	29,66	22,66	30,38	38,06	31,46	32,30	33,59	35,64	22,82	27,83	22,22	41,18	39,95	25,96	28,75	21,03	39,47	30,32	26,04	19,43	33,87	27,78	33,73	22,50	30,54	30,41	
6	var 16	21,97	21,67	18,51	27,20	39,19	30,05	18,78	26,19	22,84	23,99	22,99	24,40	32,30	20,69	20,19	31,30	23,26	24,99	18,72	27,52	19,19	17,79	24,38	22,26	29,53	37,75	23,59	17,56	35,42	29,72	25,13	
	var 17	33,17	24,81	28,99	26,05	29,29	28,77	35,67	25,36	23,34	22,15	21,58	23,42	26,78	23,97	25,57	27,47	34,50	26,41	19,21	33,13	24,39	32,35	25,23	20,95	30,80	19,03	23,91	23,60	30,46	25,99	26,88	
	var 18	35,44	35,53	34,69	31,20	29,30	26,16	21,86	35,78	17,91	23,04	22,53	31,68	17,97	19,12	25,49	23,97	27,98	31,27	20,54	30,76	23,51	23,06	25,34	21,80	21,67	18,78	20,87	25,13	22,06	24,96	25,31	
7	var 19	29,52	22,11	33,12	34,84	29,57	32,15	28,47	34,63	29,02	23,10	18,42	31,87	26,10	25,33	46,84	31,19	34,28	24,73	32,97	28,71	19,75	23,57	24,84	31,36	27,65	35,91	27,54	27,16	23,07	26,04	28,80	
	var 20	24,18	26,96	25,53	22,38	28,10	30,82	23,22	33,76	52,65	28,17	31,27	23,71	31,64	35,36	19,42	36,93	31,42	25,96	30,31	27,55	27,49	19,71	19,09	31,25	32,32	27,76	36,42	31,31	36,15	24,10	29,17	
	var 21	21,49	29,86	20,71	24,45	22,48	22,46	17,21	35,39	25,09	21,61	18,35	18,66	24,48	28,16	32,53	24,24	24,00	26,71	23,87	19,17	26,57	17,80	26,63	23,30	22,46	29,34	24,18	31,61	30,25	20,58	24,46	
8	var 22	34,61	34,92	34,24	27,11	28,16	23,66	30,95	24,51	22,42	27,05	28,81	21,23	24,80	29,46	31,34	21,18	31,84	28,98	31,82	26,22	25,36	20,37	26,07	33,48	37,40	27,80	24,99	23,32	30,27	27,76	27,70	
	var 23	21,24	26,95	28,39	49,91	19,12	26,84	27,76	27,61	18,73	29,11	23,83	23,12	20,62	24,34	19,24	20,88	23,41	23,96	28,67	32,18	28,90	20,06	23,88	18,95	19,66	20,63	29,05	21,50	35,46	23,63	25,25	
	var 24	21,92	32,72	27,35	22,24	33,13	29,04	26,53	30,95	30,00	28,90	26,23	28,41	21,47	29,08	38,20	28,53	36,16	35,90	21,95	23,11	35,97	27,90	24,64	19,43	21,96	32,65	20,13	30,66	28,56	22,37	27,87	
9	var 25	21,58	17,56	21,23	19,41	22,66	21,07	23,01	24,30	29,46	21,62	19,81	25,55	25,64	21,61	24,70	16,80	23,31	25,18	28,61	22,17	26,31	23,03	22,20	28,96	20,51	17,30	22,81	21,81	20,70	23,89	22,76	
	var 26	32,09	51,89	49,43	49,22	34,86	29,00	38,96	29,79	40,55	57,17	56,94	37,18	41,20	50,16	49,81	58,86	44,37	56,21	26,05	42,73	36,42	45,90	41,90	37,91	35,16	48,92	34,14	44,36	24,56	36,85	42,09	
	var 27	27,43	30,31	21,53	32,36	18,92	26,68	24,42	31,27	33,66	29,20	25,24	27,18	28,28	20,99	28,70	48,34	25,39	22,77	34,34	21,52	21,53	41,84	23,31	24,28	20,01	23,10	24,82	37,79	19,55	22,36	27,24	
10	var 28	22,67	34,33	26,50	32,31	30,35	25,82	36,22	25,03	25,28	29,62	30,95	35,73	41,43	25,04	25,33	27,40	30,84	26,68	40,42	24,78	27,10	29,21	34,05	38,22	20,33	38,10	35,02	33,70	22,99	31,79	30,24	
	var 29	24,65	26,75	31,19	21,49	29,40	27,31	20,68	24,33	27,60	25,67	19,77	39,58	27,34	26,55	30,03	20,50	27,36	22,26	35,04	30,06	18,39	21,03	32,18	31,24	20,21	22,72	26,44	21,60	21,40	37,52	26,68	
	var 30	19,21	28,68	35,29	28,41	23,30	22,50	23,57	21,09	26,16	18,39	40,43	29,51	31,27	22,96	24,95	39,09	28,45	24,23	30,00	26,92	23,43	26,98	28,13	26,27	35,25	33,07	17,85	27,83	26,56	39,26	27,01	
11	var 31	20,25	35,43	24,51	22,85	28,86	19,58	27,97	17,83	23,51	28,68	24,37	24,41	22,77	20,97	24,90	26,67	25,40	30,78	27,73	30,10	32,20	23,07	19,77	22,99	25,37	29,31	35,35	23,74	18,34	27,18	25,50	
	var 32	32,53	26,08	27,09	24,15	36,97	23,87	23,66	28,41	28,08	20,34	23,23	32,46	29,63	25,39	33,77	23,91	33,85	37,47	20,26	26,61	32,83	34,10	25,88	24,12	27,24	20,93	26,43	19,94	25,58	37,87	27,42	
	var 33	25,34	28,92	21,27	22,91	34,40	22,24	22,64	39,44	41,59	35,86	35,67	26,94	29,17	37,40	30,10	34,51	32,11	20,51	24,73	27,78	28,69	24,55	26,59	19,06	25,20	29,78	28,48	27,58	24,02	47,55	29,18	
12	var 34	27,85	31,43	37,81	30,24	22,90	27,25	32,47	25,11	28,77	35,05	22,68	30,84	23,05	26,98	28,58	21,46	23,90	21,92	25,53	33,59	21,72	21,58	22,68	25,54	38,18	25,61	31,79	26,88	25,08	50,93	28,25	
	var 35	32,24	28,64	24,05	32,43	29,28	20,37	28,13	26,00	36,77	26,62	25,61	27,24	26,26	31,02	26,88	25,53	30,92	29,75	25,74	33,40	40,29	30,83	23,08	28,48	44,92	33,51	25,21	24,68	21,33	21,23	29,20	
	var 36	22,90	40,39	31,24	24,49	30,04	24,12	26,03	23,83	21,95	28,38	31,53	20,83	25,47	24,41	25,44	18,27	38,27	23,11	30,90	32,03	20,76	33,42										

legenda:

V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-19: Resultados simulação Cenário 10, Tempo médio de atraso

No.	Parâmetro	V.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média	
	default		33,45	33,29	32,16	34,12	33,36	33,36	32,76	32,66	31,88	32,31	31,85	32,67	33,71	33,97	33,13	33,04	33,67	32,60	32,74	33,46	33,20	33,28	32,81	32,48	32,88	33,55	33,11	33,60	33,91	32,41	33,05	
1	var 1		32,55	33,88	32,02	32,82	33,98	32,64	32,66	32,57	31,60	33,59	32,11	33,82	32,78	33,43	32,80	33,01	32,19	33,15	33,00	32,65	33,20	33,64	33,06	32,73	32,91	33,54	33,58	33,26	33,53	33,47	33,06	33,00
	var 2		33,64	33,17	33,34	33,49	32,73	32,15	33,05	32,82	32,79	32,52	32,51	33,41	32,72	33,42	32,78	32,77	32,19	33,62	33,50	32,75	32,79	33,94	33,42	33,72	31,75	33,58	33,06	33,67	32,47	33,04	33,05	
2	var 3		33,21	32,68	33,70	32,81	33,01	33,19	33,46	34,03	33,00	33,79	32,52	32,87	33,15	33,19	33,53	32,97	32,74	32,29	32,53	33,40	32,53	33,65	33,00	33,33	33,01	32,98	32,97	33,30	34,03	32,14	33,10	
	var 4		33,68	32,71	32,26	33,28	32,90	32,08	33,86	32,82	33,36	32,43	32,42	32,76	32,53	33,85	32,26	33,55	33,18	32,51	32,93	33,17	32,32	33,28	33,20	32,45	32,67	33,00	33,23	33,30	32,80	33,84	33,02	
3	var 5		33,27	32,69	33,84	33,15	33,61	33,80	33,62	33,87	33,99	33,28	32,97	33,33	32,70	32,64	33,32	32,55	32,78	33,40	32,79	34,02	33,33	33,60	32,91	33,13	33,20	33,55	32,65	33,15	32,58	34,73	33,28	
	var 6		33,97	32,72	32,52	33,25	32,94	33,05	33,37	32,68	32,47	33,07	33,93	33,12	33,75	33,49	32,27	32,50	32,92	33,48	33,17	33,46	32,68	33,33	33,63	32,59	32,87	32,65	33,12	33,41	32,97	32,77	33,66	33,02
4	var 7		32,57	33,89	33,23	33,54	33,37	33,56	33,60	33,41	32,14	32,81	33,64	33,26	33,52	33,91	33,49	32,88	33,31	32,25	32,80	32,86	32,34	33,01	33,36	32,64	33,56	32,99	33,73	33,33	33,07	33,24	33,18	
	var 8		33,36	33,55	32,43	32,93	33,23	32,67	33,90	32,90	33,11	33,31	33,07	32,34	32,99	32,61	32,31	33,15	32,62	33,16	33,67	33,84	33,10	33,17	33,67	32,92	32,80	32,78	34,00	33,05	33,66	33,07	33,11	
5	var 9		32,94	32,85	33,66	34,48	34,11	32,59	33,11	33,10	33,41	33,17	33,90	32,35	33,34	32,54	32,36	32,13	32,93	34,10	33,67	33,88	32,63	32,31	33,37	33,25	32,76	32,63	33,27	33,29	33,42	33,44	33,17	
	var 10		34,13	33,39	32,73	33,19	33,71	32,85	32,35	32,63	32,72	32,78	32,27	33,54	32,12	33,25	33,07	32,61	32,81	32,28	33,27	34,03	32,38	34,23	33,79	32,34	33,01	32,57	33,04	33,49	33,99	33,02	33,05	
6	var 11		33,71	32,69	33,05	33,07	33,10	33,19	31,54	34,12	33,42	33,51	32,65	32,96	31,80	31,86	31,96	33,77	33,38	33,18	32,42	33,39	33,58	33,00	32,88	32,48	33,75	33,16	32,58	32,95	33,92	32,80	33,00	
	var 12		45,03	43,46	43,67	44,86	53,47	42,86	41,31	44,26	44,78	45,70	43,99	43,70	42,05	43,60	43,80	41,69	43,66	44,97	41,28	43,56	43,36	42,75	42,24	43,03	44,87	45,23	44,38	43,43	42,90	42,86	43,89	
7	var 13		34,31	33,37	32,00	32,83	33,33	33,46	32,56	32,60	32,58	33,09	33,20	33,00	33,45	32,70	33,06	33,09	33,84	32,91	32,85	32,75	33,36	33,03	33,57	33,84	32,73	33,52	33,25	32,32	32,91	33,07		
	var 14		32,42	32,91	32,11	32,72	33,47	33,53	33,01	33,05	32,93	33,12	32,38	32,41	32,42	33,43	32,07	32,52	32,37	33,21	33,52	32,62	33,11	33,71	33,24	33,30	33,63	33,48	33,12	33,24	33,20	33,27	32,97	
8	var 15		32,77	33,35	33,22	33,09	35,10	34,14	34,13	33,77	33,67	33,22	33,80	33,66	33,65	33,98	32,61	33,85	34,96	33,38	34,29	33,52	32,70	32,54	34,63	32,80	34,04	33,48	34,56	33,57	33,81	33,10	33,65	
	var 16		31,78	32,65	32,39	31,96	33,03	31,90	32,70	31,69	32,92	32,34	32,67	32,32	32,64	32,96	33,63	31,46	32,96	33,09	32,67	32,09	32,60	32,97	32,18	32,87	33,03	32,78	33,87	33,30	32,75	32,36	32,65	
9	var 17		32,74	32,51	32,58	33,18	33,58	34,25	33,80	32,53	32,63	33,04	33,34	32,60	32,73	33,30	33,12	33,98	33,38	33,16	33,33	33,06	32,26	33,51	33,15	33,03	32,81	32,78	33,16	32,49	32,82	32,34	33,11	
	var 18		32,50	32,44	33,30	31,89	32,11	33,24	33,08	32,77	31,90	33,05	33,87	34,32	32,94	31,96	33,21	33,19	31,78	33,57	33,22	32,40	33,07	32,78	33,36	33,83	33,52	32,32	32,56	32,96	32,84	32,63	32,89	
10	var 19		32,49	32,47	32,60	34,55	32,55	32,47	33,38	33,32	32,24	32,80	32,32	33,09	31,70	31,77	32,95	33,04	32,40	32,34	32,94	33,14	33,65	32,65	32,85	33,25	32,81	32,76	32,39	32,33	32,85	32,39	32,70	
	var 20		32,45	32,81	32,73	33,53	33,13	33,36	32,70	33,25	33,16	33,28	33,82	33,25	32,76	33,53	33,78	32,84	33,35	33,11	34,11	33,04	33,63	34,04	33,82	33,35	33,58	32,79	32,65	32,89	32,21	33,54	33,22	
11	var 21		32,36	33,01	32,51	32,95	31,42	33,15	33,05	32,64	33,03	33,51	32,58	32,49	33,08	32,91	32,53	33,25	32,73	33,34	33,29	33,47	33,58	33,55	31,98	32,67	32,96	32,28	32,24	33,17	33,16	33,14	32,80	
	var 22		32,39	32,96	33,29	33,20	32,32	33,02	33,47	33,58	33,55	32,91	31,84	33,04	33,14	32,82	33,49	32,89	32,93	32,80	33,26	33,63	32,40	33,02	32,93	33,62	33,49	34,48	33,24	32,77	32,92	33,01	32,12	33,14
12	var 23		33,39	32,88	33,82	33,39	33,71	32,96	32,74	32,47	33,65	32,86	33,27	32,74	32,30	32,84	34,23	33,89	33,51	32,94	33,27	32,90	34,38	32,80	32,71	32,64	31,95	33,03	32,05	33,15	33,55	33,13	33,11	
	var 24		32,92	32,67	33,06	34,58	32,74	32,38	33,82	34,10	32,89	33,45	33,16	33,87	33,32	33,51	32,24	33,10	32,89	32,82	33,13	32,94	32,07	33,08	33,01	31,84	33,33	33,49	33,10	33,26	32,61	32,37	33,02	
13	var 25		35,97	36,57	36,74	33,87	36,47	36,21	36,06	37,02	36,69	37,33	35,98	35,63	36,42	37,38	35,79	35,63	37,68	35,53	36,15	35,80	35,43	35,85	37,27	35,80	33,30	36,12	35,99	36,13	36,47	36,40	36,20	
	var 26		38,72	37,88	37,80	39,89	38,21	38,64	38,14	40,10	39,84	38,19	39,29	37,81	37,77	37,22	38,28	38,98	39,03	37,85	37,39	36,98	39,55	37,33	38,77	38,27	39,52	38,50	38,39	36,78	39,46	38,26	38,43	
14	var 27		33,36	32,48	33,04	33,54	32,58	32,26	33,10	32,19	32,68	32,93	32,25	33,13	32,92	33,77	33,25	32,98	33,16	34,02	33,07	32,40	32,38	33,09	33,56	33,30	32,07	32,57	32,79	32,64	33,49	32,91	33,16	32,96
	var 28		32,66	34,12	33,63	33,58	33,25	34,03	32,68	33,59	32,94	33,33	33,03	32,34	32,75	33,51	32,93	34,40	33,28	31,53	32,88	33,29	32,68	33,06	32,83	33,26	32,81	31,56	32,84	33,18	33,48	32,97	33,08	
15	var 29		33,17	32,56	32,82	33,54	33,42	33,35	33,84	33,10	33,21	33,71	32,79	33,70	33,55	33,51	33,09	33,62	33,23	34,27	33,35	32,81	33,38	32,39	33,19	32,92	32,65	33,28	33,05	33,00	32,89	32,94	33,18	
	var 30		32,86	33,39	33,09	32,98	33,61	32,71	33,56	33,10	32,52	33,32	33,78	33,12	32,67	33,17	33,61	33,76	33,61	33,63	32,69	33,05	32,75	33,45	31,75	33,31	34,03	32,77	33,31	33,88	33,80	33,61	33,16	
16	var 31		33,13	32,76	33,53	32,79	33,36	32,40	32,39	33,44	32,95	32,73	34,15	33,38	33,06	33,17	33,03	33,22	33,09	32,17	33,42	33,58	33,91	33,30	33,71	33,33	33,03	33,51	32,95	32,73	32,90	33,69	33,16	
	var 32		32,86	33,09	33,43	32,81	31,98	33,76	33,07	32,91	32,58	32,99	33,35	33,49	33,76	32,51	32,15	33,59	32,30	33,58	31,97	32,79	33,27	33,35	33,36	33,33	33,77	34,12	33,09	33,34	31,68	33,98	32,98	
17	var 33		33,24	33,71	33,12	32,94	33,52	32,61	32,75	33,40	33,16	32,80	32,88	33,07	34,06	33,48	33,74	33,07	32,61	33,31	33,59	34,24	33,61	32,81	33,76	32,21	33,59	33,09	32,61	33,00	32,18	32,79	33,17	
	var 34		33,08	32,84	32,63	32,86	32,97	33,17	33,81	33,04	32,60	33,05	32,86	33,27	32,45	33,32	33,30	32,63	32,75	32,86	32,59	33,16	33,15	32,68	32,79	32,56	33,46	34,39	33,17	32,45	32,90	33,43	33,01	
18	var 35		32,56	33,70	33,56	33,14	31,85	33,68	33,48	32,88	33,13	33,39	34,11	32,34	33,40	33,20	33,24	32,74	32,84	33,04	33,19	32,84	33,37	32,53	33,34	32,65	32,67	33,17	33,13	33,53	33,09	33,10		
	var 36		33,51	32,74	32,90	33,57	32,66	32,35	32,86	33,17	32,99	32,53	33,51	32,83	33,52	33,64	32,97	32,91	32,57	33,37														

legenda:
V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-20: Resultados simulação Cenário 10, Comprimento médio de filas

No.	Parâmetro	V.P.	Comprimento médio de filas																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
	default		29,24	28,44	26,65	30,24	28,46	28,67	27,91	27,48	27,10	27,81	27,04	28,53	29,87	29,15	28,93	27,99	29,32	28,09	28,04	28,83	28,70	29,11	28,05	27,44	27,89	29,09	28,80	29,20	29,77	27,40	28,44
1	var 1		28,17	29,51	28,86	28,37	30,11	27,25	27,88	28,03	26,48	29,47	27,42	28,95	27,95	29,63	28,75	28,21	27,72	27,97	28,38	28,16	28,02	27,89	27,73	27,66	29,31	28,72	28,46	28,72	29,14	28,12	28,37
	var 2		28,79	29,42	28,48	29,13	27,49	27,68	28,52	28,13	27,92	27,77	28,14	29,19	27,93	28,10	28,35	27,93	28,20	29,20	28,72	28,30	28,47	29,91	27,95	29,60	27,37	29,39	27,96	29,00	27,23	28,36	28,42
2	var 3		28,51	28,58	28,84	27,86	28,11	28,59	28,58	29,94	28,25	29,67	27,78	27,61	29,24	28,27	28,16	28,50	27,59	27,34	27,81	28,77	27,34	29,21	27,88	28,83	28,12	27,78	28,35	29,32	29,77	26,69	28,38
	var 4		29,48	28,04	27,98	29,00	27,78	27,21	29,69	27,34	27,44	27,63	28,23	27,93	27,62	28,93	27,28	28,92	28,08	27,34	28,59	28,05	28,84	28,70	28,53	27,38	28,05	28,23	28,37	28,60	27,90	29,53	28,22
3	var 5		28,98	27,68	29,36	28,74	28,99	29,47	28,55	29,80	29,68	28,46	28,29	29,02	28,02	27,84	29,06	28,27	28,00	28,82	28,32	29,68	29,45	29,09	28,44	28,76	28,37	28,96	28,36	27,76	27,66	30,32	28,74
	var 6		29,56	28,51	26,97	28,53	27,30	28,01	29,23	28,00	28,03	28,67	29,71	28,42	29,39	28,60	26,99	27,63	27,81	28,89	28,44	29,68	27,90	26,77	28,48	28,40	27,69	28,63	29,30	27,89	28,57	28,58	28,35
4	var 7		27,49	29,90	28,75	28,75	29,02	29,02	28,80	29,29	28,00	28,49	29,64	29,87	28,48	29,94	28,95	28,69	28,41	27,42	28,57	28,06	27,62	27,51	28,93	28,03	28,27	27,95	29,55	27,70	28,92	29,00	28,63
	var 8		28,23	28,94	27,80	28,02	28,99	28,49	28,58	28,83	28,32	28,81	28,59	27,56	29,12	27,94	27,51	28,42	27,96	28,14	29,87	29,32	27,55	29,11	30,25	28,18	28,51	27,96	30,23	28,12	29,35	28,83	28,58
5	var 9		28,18	28,35	29,57	30,26	29,75	28,25	28,30	28,90	28,65	29,52	29,07	27,15	28,43	28,27	27,80	27,29	28,96	29,85	29,31	29,44	27,87	27,55	28,74	28,86	28,15	27,66	28,90	28,50	29,68	28,87	28,67
	var 10		29,31	29,63	27,58	28,97	28,27	27,86	27,27	28,95	28,32	28,16	27,19	29,03	27,89	28,56	28,38	28,19	28,22	27,90	28,08	29,59	27,24	29,77	30,28	27,37	28,52	27,90	27,98	29,73	29,92	27,98	28,47
6	var 11		28,68	28,27	28,11	28,30	28,65	28,73	26,85	29,52	28,91	29,00	27,45	28,05	26,95	26,80	26,83	29,56	29,39	28,80	27,81	29,16	29,31	28,34	27,95	27,37	29,25	29,80	28,26	27,63	29,48	28,69	28,40
	var 12		35,69	35,10	34,57	35,86	43,49	34,08	32,81	35,86	36,04	36,81	35,44	35,29	33,99	35,49	34,74	32,97	34,86	36,65	32,92	34,97	34,83	34,72	33,52	34,52	36,36	36,27	34,97	34,40	34,21	34,80	35,21
7	var 13		30,60	28,35	27,69	28,43	28,67	28,50	28,14	27,85	27,84	28,51	28,68	27,88	28,05	27,26	28,40	28,24	28,84	29,55	28,26	28,05	28,30	29,06	27,68	28,34	29,11	27,94	28,86	28,80	27,63	27,90	28,38
	var 14		26,99	28,48	27,04	27,21	28,63	29,40	28,25	28,47	28,41	26,92	27,68	27,39	27,20	29,07	26,99	27,85	27,57	28,55	28,65	27,76	28,47	29,78	28,74	29,28	29,18	29,41	28,43	29,60	28,51	28,85	28,29
8	var 15		27,12	29,29	28,31	27,29	30,29	29,23	29,37	28,90	29,29	28,47	28,90	28,18	29,33	28,70	27,92	28,72	30,66	28,18	29,77	28,92	27,62	27,22	29,73	26,91	29,76	28,37	30,10	28,65	29,39	28,49	28,77
	var 16		27,05	27,64	27,81	27,59	28,65	26,78	28,70	27,02	28,38	28,95	28,15	28,12	28,57	28,72	29,91	26,52	28,52	28,57	27,50	27,31	28,56	28,92	27,46	28,06	28,90	28,11	29,81	29,12	29,03	27,19	28,19
9	var 17		27,92	27,77	27,62	28,56	28,76	29,53	29,32	27,20	27,51	28,67	30,30	27,57	27,58	29,75	28,16	29,29	29,01	28,40	28,88	28,11	27,34	29,22	28,94	27,96	27,56	28,09	28,65	27,88	27,63	27,00	28,34
	var 18		27,82	28,13	29,72	27,66	28,05	28,96	28,73	28,72	27,58	29,42	29,92	30,53	28,54	27,57	29,82	28,60	27,07	29,20	29,25	28,23	28,70	28,59	28,86	29,79	28,87	27,48	28,50	28,90	27,20	27,81	28,61
10	var 19		27,78	27,37	28,17	31,00	27,31	27,70	27,34	28,36	27,21	28,46	27,25	28,90	26,71	26,73	28,18	28,21	27,05	27,40	28,56	29,06	29,67	27,95	28,33	28,70	28,36	27,67	27,72	27,69	27,51	27,92	28,01
	var 20		27,30	28,30	27,59	29,45	28,31	29,02	28,24	29,41	28,39	28,40	28,76	29,21	27,97	29,14	28,48	28,40	28,10	28,66	29,45	29,15	29,46	29,79	30,02	28,01	29,19	28,38	28,27	28,24	27,40	28,37	28,63
11	var 21		27,36	28,33	28,21	28,28	26,30	28,26	28,51	27,18	28,98	28,98	27,95	27,51	28,83	28,42	27,74	28,43	28,21	26,70	29,31	28,74	28,55	28,79	26,74	27,78	28,74	27,76	27,45	27,70	28,72	28,30	28,09
	var 22		30,17	28,27	28,28	28,34	27,10	28,10	29,15	28,92	28,37	28,03	26,63	28,38	28,98	28,53	29,65	27,69	28,24	28,03	28,81	27,69	29,33	28,21	29,04	29,10	29,75	27,73	28,90	28,15	28,90	26,94	28,45
12	var 23		28,07	28,01	29,52	28,80	29,58	28,25	27,81	26,94	29,61	28,87	28,79	27,98	26,87	28,17	30,38	29,11	28,70	28,66	28,42	28,47	30,00	28,09	28,06	27,84	27,56	28,47	27,17	27,88	29,32	28,81	28,47
	var 24		27,88	28,01	28,66	28,24	28,37	26,54	29,84	29,40	27,67	28,77	28,92	29,57	29,40	29,22	27,29	27,99	28,20	28,41	27,97	27,64	28,24	28,62	28,07	26,61	28,58	29,02	28,91	28,49	27,96	27,51	28,33
13	var 25		34,35	34,88	36,19	34,20	34,84	34,89	34,37	35,90	35,26	32,96	32,90	33,35	35,10	36,77	33,25	34,49	37,21	34,13	35,58	33,76	33,89	33,48	36,07	34,51	32,91	34,02	34,48	35,14	34,22	34,52	34,59
	var 26		31,83	30,56	30,31	33,31	31,44	31,47	31,24	33,71	33,26	30,78	32,95	30,45	31,13	29,87	31,14	33,35	31,81	31,22	30,26	29,67	32,86	29,35	31,95	31,01	32,50	31,79	31,58	29,24	33,29	31,27	31,49
14	var 27		29,01	28,08	29,00	29,83	27,82	27,07	28,67	27,22	27,72	27,91	27,61	28,68	28,63	29,01	28,89	28,09	29,04	29,67	28,54	28,62	26,93	28,43	28,36	28,52	27,92	28,24	29,05	28,85	28,86	28,30	28,42
	var 28		27,89	29,53	28,80	28,93	28,80	29,78	27,52	29,82	27,85	28,67	28,28	27,52	28,08	28,94	27,97	30,21	28,58	26,28	27,45	28,75	27,60	28,36	28,42	28,63	28,54	26,64	27,48	28,78	29,77	28,86	28,43
15	var 29		28,85	27,80	27,78	29,13	28,89	28,50	28,02	28,05	29,30	29,11	27,94	29,04	29,27	29,58	28,89	29,49	28,95	30,17	28,56	28,44	28,98	27,67	28,43	28,00	28,00	28,73	28,65	28,76	28,29	28,00	28,64
	var 30		28,21	28,71	28,70	29,10	28,81	28,32	29,29	28,88	26,99	28,40	30,20	29,04	27,16	27,26	28,56	28,64	28,14	28,91	27,68	27,90	27,61	29,62	26,93	29,30	30,11	28,03	29,35	29,81	29,46	29,17	28,61
16	var 31		28,50	28,43	29,31	28,44	28,46	28,41	27,89	28,28	28,30	27,78	29,54	29,05	28,33	28,78	28,48	28,76	28,20	27,44	28,25	28,91	29,41	28,19	28,88	28,89	28,32	28,84	28,09	27,56	27,94	29,34	28,50
	var 32</																																

Tabela D-21: Resultados simulação Cenário 11, Tempo médio de atraso

No.	V.P.	Tempo médio de atraso																														
Parâmetro		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	média
1	default	22,41	22,51	21,08	21,91	20,19	21,67	23,42	21,45	22,82	22,58	23,20	20,62	23,97	22,07	23,02	22,24	22,18	21,38	22,32	20,05	23,52	20,93	21,54	24,78	23,18	24,18	23,16	22,24	21,40	21,84	22,26
	var 1	20,47	21,33	19,76	21,25	20,01	20,61	22,09	19,55	21,97	21,66	20,69	19,54	19,24	21,29	21,81	19,31	19,45	20,89	21,11	20,54	23,74	20,01	20,96	21,90	19,37	21,71	20,24	21,61	20,46	20,64	20,77
2	var 2	23,91	24,03	23,63	22,89	23,37	25,11	24,58	23,26	24,64	22,22	23,51	25,40	23,87	23,66	22,35	21,84	24,61	23,46	24,71	22,42	22,83	22,95	23,06	23,21	23,07	22,41	22,62	23,84	21,94	23,67	23,39
	var 3	20,76	24,03	22,59	22,62	23,38	24,56	23,04	21,70	21,39	21,94	20,76	22,24	23,45	21,17	20,92	22,41	22,82	23,84	21,18	20,44	22,88	21,94	22,31	23,29	23,98	20,86	20,98	21,76	22,97	22,10	22,24
3	var 4	23,46	22,56	21,71	22,12	23,04	21,28	24,17	21,60	24,14	22,90	21,41	21,81	24,24	21,11	22,20	21,90	23,82	21,49	21,99	21,54	22,86	23,40	23,08	22,78	21,46	20,96	20,85	20,02	22,38	22,63	22,36
	var 5	21,80	22,09	23,78	23,25	22,39	21,21	20,54	21,79	21,82	21,93	21,06	22,33	20,25	24,16	21,55	24,08	20,85	23,41	21,72	20,88	22,30	21,23	22,16	21,71	22,35	22,75	22,93	22,39	20,43	23,47	22,09
4	var 6	23,21	21,19	20,85	22,09	22,27	23,85	23,70	22,25	24,40	23,16	21,02	21,99	22,69	23,43	21,76	23,38	22,95	22,04	24,48	22,98	21,82	22,72	22,46	22,68	22,58	23,63	21,02	22,17	24,77	22,64	
	var 7	22,94	22,68	24,31	22,26	20,67	20,86	24,84	20,39	21,01	23,51	21,42	20,86	21,42	22,45	22,90	23,01	21,02	23,61	24,13	22,03	21,60	23,28	22,38	23,41	22,36	20,27	23,93	24,16	22,75	22,91	22,45
5	var 8	22,09	23,59	20,84	20,82	21,97	20,20	21,34	20,57	24,18	22,48	22,42	21,91	23,34	20,70	21,66	22,65	21,15	22,80	23,57	22,79	22,68	21,41	21,39	21,32	20,68	21,24	23,35	20,88	23,37	22,46	21,99
	var 9	22,67	22,84	22,12	23,39	21,10	21,41	22,50	23,52	23,51	21,87	21,37	22,01	21,62	21,86	24,66	21,26	21,64	21,74	20,82	21,74	23,29	20,86	21,76	22,03	21,77	23,34	21,90	22,02	22,54	21,32	22,02
6	var 10	22,03	21,20	23,10	22,15	22,14	22,50	21,88	23,09	20,98	20,67	23,67	21,16	22,03	21,14	22,94	21,78	22,01	21,77	22,34	22,61	22,75	21,98	22,18	22,25	22,58	21,58	22,03	23,43	21,75	21,90	22,12
	var 11	21,66	21,49	20,77	21,82	23,56	21,04	22,12	19,93	21,93	22,61	21,77	20,07	21,26	22,21	20,66	22,49	21,12	26,46	21,47	20,47	24,26	21,41	20,82	22,01	20,05	23,14	19,92	22,42	21,39	23,49	21,75
7	var 12	37,25	32,24	32,47	34,20	37,76	35,07	33,90	52,37	37,17	36,62	37,26	32,30	34,38	33,06	33,91	31,89	38,11	31,66	28,26	33,27	29,85	37,04	35,09	31,08	34,49	31,41	31,43	40,61	31,66	38,82	34,82
	var 13	22,35	22,47	22,53	20,64	21,36	21,91	23,42	22,66	21,87	22,51	22,80	22,28	20,84	21,49	24,39	23,29	22,45	21,86	22,68	21,94	22,91	22,49	22,98	22,20	23,87	20,26	21,95	21,10	22,46	22,48	23,53
8	var 14	22,42	21,79	25,18	20,12	21,66	20,86	23,57	21,77	20,99	21,79	21,75	20,70	22,04	22,81	23,02	21,96	22,30	24,53	20,71	20,86	24,31	23,36	22,74	21,82	21,89	21,37	22,41	22,86	23,38	22,83	22,26
	var 15	25,83	24,15	22,88	24,82	23,37	22,72	22,69	23,12	22,36	24,32	23,61	24,01	22,53	26,86	25,98	21,21	23,63	23,42	23,91	22,75	24,55	21,98	25,07	22,82	24,18	21,80	21,44	21,40	25,69	24,14	23,58
9	var 16	19,77	21,87	21,21	21,05	21,46	21,60	21,63	20,74	22,91	20,63	22,85	21,07	21,31	20,85	21,78	20,42	20,13	21,66	21,50	20,65	20,99	25,44	23,32	20,53	21,32	21,50	21,46	20,38	21,01	23,26	21,32
	var 17	21,58	22,21	22,35	22,01	21,93	24,76	21,81	21,62	24,04	22,07	25,64	22,87	21,87	25,57	23,44	22,61	22,93	22,39	22,15	24,04	24,16	22,72	20,87	22,71	22,55	28,29	21,85	23,86	24,02	22,13	23,03
10	var 18	22,73	21,75	20,64	23,88	21,01	22,22	21,67	23,36	21,53	21,54	21,74	23,26	21,81	24,58	22,00	21,41	21,49	23,72	22,58	21,33	24,23	22,75	22,79	21,43	21,52	23,85	20,72	22,81	21,51	22,26	22,27
	var 19	22,18	21,58	21,19	21,21	21,58	22,00	22,68	23,93	21,59	22,15	20,91	21,96	22,16	22,12	22,13	22,72	21,49	21,87	22,66	20,93	24,53	24,08	21,49	21,83	22,95	21,58	24,40	21,60	21,15	21,23	22,13
11	var 20	25,24	21,84	24,23	20,79	21,61	20,49	21,18	20,65	21,85	24,60	22,57	22,95	21,17	20,98	22,69	21,33	22,31	21,19	21,29	21,50	22,26	20,87	21,59	21,89	22,87	22,84	21,32	22,50	21,69	21,84	22,00
	var 21	21,46	21,54	20,77	23,72	21,92	20,93	21,29	24,49	21,28	21,99	23,80	22,34	21,21	21,53	22,31	21,22	20,70	23,36	22,34	21,71	20,32	21,97	22,16	21,82	20,96	21,71	22,40	21,50	22,39	22,44	21,92
12	var 22	22,72	21,76	23,09	23,14	22,65	22,30	22,73	22,41	22,58	23,81	24,18	23,26	22,85	21,88	22,58	22,17	24,02	22,92	21,85	24,58	21,83	21,85	24,29	21,31	22,14	23,56	23,93	21,17	23,32	22,75	22,79
	var 23	19,33	20,30	20,29	21,01	19,37	20,90	19,38	18,62	17,53	19,96	19,81	20,90	21,41	18,76	20,01	19,26	19,91	19,36	20,51	19,10	20,86	18,96	17,94	19,08	19,35	19,33	20,72	19,95	20,21	19,10	19,74
13	var 24	24,84	24,81	27,28	23,13	22,71	24,02	23,02	23,86	23,80	24,39	24,53	22,96	23,70	24,53	23,94	24,42	26,31	24,91	23,23	24,29	25,29	22,19	23,13	24,43	25,51	23,65	24,83	23,96	23,68	24,91	24,21
	var 25	21,14	23,29	21,58	21,49	23,52	22,37	21,40	21,14	20,67	21,52	22,03	20,25	22,58	20,91	24,33	21,35	22,87	22,42	20,23	21,92	20,81	21,60	22,34	20,58	22,68	20,52	21,51	22,74	21,96	21,37	21,77
14	var 26	23,76	23,78	25,18	23,72	24,48	24,57	23,67	23,39	25,80	21,67	24,13	21,26	23,32	22,01	24,29	22,54	23,13	23,24	24,07	24,07	25,13	23,01	23,17	24,18	22,24	21,31	23,10	22,25	25,81	24,59	23,76
	var 27	21,69	22,02	20,60	23,98	21,48	22,41	21,85	21,63	22,68	25,06	20,68	22,91	22,57	21,68	21,48	24,27	21,10	23,62	21,11	21,81	23,42	24,46	23,08	21,60	20,89	22,93	23,58	23,62	20,76	21,47	22,35
15	var 28	22,62	24,17	22,62	23,48	24,78	21,08	22,21	24,10	21,92	21,20	21,87	20,66	22,40	22,94	22,51	23,10	21,09	21,82	21,74	22,83	21,66	25,37	22,40	21,15	22,65	19,82	20,30	22,86	20,29	21,29	22,20
	var 29	23,95	21,90	21,19	22,17	22,63	22,42	22,40	22,72	21,95	23,24	21,76	21,43	20,93	21,26	21,34	23,33	21,85	21,19	22,99	22,23	22,15	23,19	23,12	22,24	21,30	21,96	22,01	21,25	21,92	20,95	22,10
16	var 30	21,66	23,17	21,63	23,45	22,62	21,84	22,60	22,94	22,26	22,62	22,64	23,49	23,47	22,08	23,56	22,37	21,32	20,62	23,60	20,54	21,81	22,00	22,76	22,71	23,21	22,85	23,69	23,17	21,46	23,67	22,56
	var 31	22,16	23,67	22,55	22,16	21,60	23,56	20,95	22,29	22,50	23,15	22,51	23,28	23,18	23,96	23,30	21,57	22,87	21,91	22,05	23,42	22,96	21,61	21,30	23,09	20,41	21,13	21,16	24,73	22,13	22,35	
17	var 32	23,49	21,12	22,47	25,02	21,25	22,14	22,82	20,76	22,65	22,54	22,35	22,43	23,62	24,18	22,86	21,63	23,69	22,31	24,54	21,98	22,55	26,12	22,92	21,36	23,66	22,28	22,71	24,44	23,85	20,21	22,80
	var 33	22,46	23,37	21,52	22,75	22,15	22,89	21,06	21,49	23,67	21,38	21,20	20,10	21,74	22,48	20,57	22,95	22,84	22,56	23,27	22,93	22,38	22,90	22,97	20,23	21,18	22,28	22,02	24,41	23,05	22,48	22,21
18	var 34	21,85	22,10	21,72	22,90	20,64	21,88	21,58	20,87	21,70	21,94	21,57	22,46	23,36	21,49	23,89	24,41	21,96	22,38	22,06	24,02	22,25	23,71	21,71	21,91	22,93	21,76	20,80	19,98	22,73	21,05	22,12
	var 35	22,27	20,90	21,24	21,79	23,36	21,36	20,74	21,28	21,99	21,78	22,33	21,15	22,42	25,11	21,07	23,03	21,47	21,78	20,89	22,90	22,31	21,30	24,42	23,40	21,60	21,16	20,68	22,87	21,30	21,78	21,99
19	var 36	23,71	20,14	23,23	22,70	23,41	22,60	22,78	23,29	22,35	22,87	21,42	21,58	23,64	21,39	22,09	24,01	23,41	22,66	22,47	23,62	22,87	22,32	21,38	21,92	20,72	23,09	21,36	20,70	22,10	20,25	22,37
	var 37	21																														

legenda:
V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-22: Resultados simulação Cenário 11, Comprimento médio de filas

No. Parâmetro	V.P.	Comprimento médio de filas																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	29	30	média	
	default	10,87	10,63	9,90	10,45	8,92	10,42	11,44	10,21	10,97	11,15	11,34	9,55	11,56	10,61	11,28	10,38	10,32	9,85	10,69	9,06	11,49	9,61	10,14	12,14	11,17	12,00	11,15	10,81	9,98	10,40	10,62
1	var 1	9,75	10,03	9,21	10,41	9,20	9,46	10,75	8,96	10,54	10,50	9,62	8,90	8,74	10,06	10,24	8,66	8,76	9,93	9,77	9,41	11,45	8,86	10,16	10,46	8,66	10,21	9,25	10,13	9,51	9,73	9,71
	var 2	11,60	10,98	11,52	11,06	11,24	12,38	12,22	11,22	12,06	10,35	11,50	12,99	11,70	11,41	10,82	10,05	12,04	11,23	11,99	10,64	10,73	10,89	11,19	11,26	11,13	10,65	10,64	11,44	10,35	11,65	11,30
2	var 3	9,73	11,76	11,13	10,85	11,02	12,23	10,94	10,24	9,94	10,31	9,75	10,49	11,83	10,19	9,60	10,68	11,07	11,89	9,85	9,41	10,83	10,62	10,96	11,67	11,73	9,64	9,50	10,28	11,25	10,97	10,68
	var 4	11,48	10,67	10,28	10,51	11,30	9,96	12,09	10,19	12,22	11,12	9,90	10,47	12,05	9,65	10,39	10,71	12,12	9,96	10,43	10,26	10,92	11,70	11,31	10,57	10,07	9,87	9,69	10,49	10,60	10,92	10,73
3	var 5	10,38	10,74	11,59	11,34	10,91	9,92	9,53	10,44	10,24	10,45	9,59	10,65	9,20	12,09	9,93	11,97	9,51	11,32	10,32	9,81	10,69	10,10	10,43	10,33	10,64	10,97	10,92	10,83	9,47	11,52	10,53
	var 6	11,48	10,01	9,45	10,54	10,85	11,81	11,63	10,82	12,35	11,54	9,92	10,54	11,26	11,53	10,27	11,40	11,06	10,54	11,71	11,20	10,26	10,75	10,61	10,94	10,64	10,21	11,46	10,11	11,59	12,50	10,93
4	var 7	11,29	11,04	12,08	10,79	9,48	9,72	12,87	9,21	9,90	11,57	10,14	9,65	9,70	10,74	10,94	11,39	9,99	11,84	11,93	10,53	10,15	11,38	10,67	11,22	10,74	9,42	11,65	12,07	11,30	11,08	10,82
	var 8	10,92	11,66	9,60	9,65	10,43	9,32	9,86	9,12	12,31	10,52	10,53	10,39	11,34	9,46	10,31	11,11	9,77	11,20	11,30	10,96	10,99	9,99	10,09	10,04	9,45	10,08	11,59	9,73	11,55	10,53	10,46
5	var 9	11,03	11,12	10,58	9,34	9,86	9,77	10,81	11,91	11,48	10,35	10,13	10,67	10,29	10,21	12,49	9,84	10,53	10,00	9,77	10,06	10,86	9,75	10,15	10,42	10,49	11,47	10,17	10,46	10,68	10,12	10,49
	var 10	10,25	9,93	11,07	10,57	10,45	10,86	10,39	11,36	9,70	9,72	11,66	9,68	10,83	9,71	11,30	10,32	10,44	10,18	10,54	10,74	11,16	10,76	10,56	10,76	11,10	10,01	10,45	11,67	10,40	10,64	10,57
6	var 11	10,27	9,97	9,51	10,56	11,56	9,65	10,46	8,97	10,73	10,98	9,94	8,88	9,85	10,91	9,48	10,87	9,85	13,21	10,00	9,45	12,03	10,14	9,55	10,57	8,79	11,05	9,01	10,01	9,89	11,51	10,26
	var 12	19,42	16,19	15,53	17,29	19,89	17,49	16,77	29,15	18,85	18,30	19,30	16,17	17,15	16,69	16,68	15,88	19,47	15,50	13,40	16,29	14,53	19,12	17,81	15,00	17,54	15,71	15,17	21,94	15,53	20,52	17,61
7	var 13	10,46	10,69	11,07	9,72	10,00	10,75	11,60	11,33	10,56	10,86	11,23	10,46	9,35	10,12	12,07	10,54	10,13	10,97	10,50	11,01	10,79	11,22	10,66	11,88	9,26	10,85	9,65	10,91	10,81	11,34	10,69
	var 14	10,93	10,58	12,54	8,86	10,24	9,63	11,67	10,28	9,71	10,20	10,53	9,35	10,70	11,41	11,00	10,44	10,50	12,16	9,64	9,51	12,31	11,74	10,88	10,40	10,28	9,93	10,67	10,82	11,60	11,21	10,66
8	var 15	12,83	12,08	10,76	12,20	11,37	10,42	10,72	10,68	10,55	12,07	11,64	11,62	10,54	13,81	13,47	9,70	11,52	11,43	11,79	10,88	12,16	10,28	12,26	10,86	11,72	10,00	10,01	9,58	12,93	11,75	11,39
	var 16	8,85	10,71	10,06	10,16	10,37	10,57	10,35	9,64	11,44	9,68	11,46	10,14	10,35	9,72	10,54	9,72	9,30	10,41	10,19	9,53	10,78	9,69	9,77	9,73	10,19	10,66	10,06	9,57	9,98	11,33	10,20
9	var 17	10,27	10,48	10,37	10,14	10,19	12,10	10,52	10,11	11,70	10,33	12,41	10,74	10,11	12,50	11,20	10,82	10,96	10,87	10,33	11,78	11,82	11,04	9,43	10,86	10,70	14,34	10,48	11,89	11,73	10,33	10,12
	var 18	11,11	10,44	9,71	11,66	9,75	10,88	10,18	11,54	10,30	10,37	10,13	11,75	10,45	12,39	10,51	10,22	10,18	11,72	11,03	10,01	12,15	11,17	11,34	10,15	10,28	11,50	9,79	11,00	10,41	10,91	10,77
10	var 19	10,57	10,10	10,03	9,99	10,10	10,42	10,93	11,59	10,16	10,67	9,67	10,32	10,44	10,40	10,56	10,74	10,17	10,36	11,10	9,85	12,57	11,93	10,27	9,98	11,13	10,02	12,16	10,08	9,78	10,14	10,54
	var 20	12,47	10,52	12,22	9,73	10,14	9,68	9,83	9,32	10,38	12,22	10,97	11,20	10,02	10,03	11,01	9,85	10,36	9,80	10,15	10,30	10,84	9,67	10,15	10,59	11,17	11,09	9,93	10,81	10,40	10,71	10,52
11	var 21	9,93	10,11	9,63	11,59	10,54	9,77	9,81	11,30	10,00	10,26	11,79	10,76	9,76	10,20	10,76	9,86	11,36	11,45	10,62	10,38	9,35	10,46	10,80	9,22	9,71	10,28	10,74	9,97	10,91	10,41	10,39
	var 22	11,18	10,59	11,11	11,43	11,34	10,57	11,01	10,94	11,09	11,62	12,02	11,43	11,14	10,10	10,77	10,81	12,21	11,11	10,68	12,25	10,42	10,08	12,08	9,87	10,37	11,47	12,17	9,65	11,24	10,93	11,04
12	var 23	8,86	9,31	9,68	10,08	8,83	10,06	9,33	8,48	7,61	9,21	9,27	9,96	10,18	8,38	10,01	8,85	9,19	9,02	9,64	8,48	9,81	8,60	7,89	8,52	8,78	8,98	9,75	8,95	9,36	8,38	9,11
	var 24	12,07	12,18	14,30	11,28	10,60	11,34	10,96	11,56	11,71	12,07	12,18	10,87	11,23	12,30	11,34	12,32	13,39	12,24	10,91	11,83	12,77	10,28	10,88	12,05	12,67	11,57	12,18	11,53	11,20	12,25	11,80
13	var 25	10,09	11,75	10,22	10,42	11,43	10,90	10,05	9,99	9,71	10,46	10,81	9,38	11,13	10,10	10,24	10,31	11,24	11,10	9,47	10,68	9,72	10,29	11,10	9,50	11,11	9,76	10,19	11,11	10,64	10,38	10,52
	var 26	11,53	11,45	12,26	11,31	11,96	11,93	10,93	11,27	12,83	9,85	11,83	9,70	11,01	10,01	11,90	10,67	10,96	11,07	11,31	11,86	12,28	10,69	10,93	11,63	10,26	9,40	11,15	10,36	12,82	11,95	11,24
14	var 27	10,28	10,48	9,73	11,84	10,21	10,93	10,56	10,37	10,84	12,39	9,41	11,23	10,97	10,12	10,51	12,01	9,76	11,66	9,80	10,22	11,60	12,12	11,54	10,30	9,72	11,35	11,33	11,64	9,61	10,29	10,76
	var 28	10,88	11,89	10,88	11,22	9,61	9,54	10,35	12,06	10,50	9,91	10,29	9,63	10,59	11,30	10,74	11,29	9,76	10,26	10,98	10,91	10,55	12,52	10,81	9,79	10,87	8,64	10,94	10,92	9,06	9,76	10,55
15	var 29	12,34	10,57	9,70	10,63	11,07	10,62	10,66	11,21	10,46	11,65	10,27	10,19	9,75	10,04	9,92	11,79	10,47	10,24	11,14	10,59	10,58	11,60	11,28	10,66	9,97	10,26	10,47	9,97	10,55	9,75	10,61
	var 30	10,10	10,40	10,19	11,52	11,95	10,39	10,93	11,28	10,65	10,82	10,72	11,47	11,28	10,54	11,67	10,86	9,84	9,59	11,91	9,38	9,90	10,46	11,23	10,66	11,33	11,34	11,51	11,34	10,03	11,58	10,87
16	var 31	10,47	11,80	10,88	10,59	10,31	11,82	9,96	10,72	10,84	11,43	10,78	11,34	11,21	11,70	9,67	10,05	10,98	10,33	10,68	11,34	11,06	10,20	10,27	10,12	11,43	9,34	9,91	9,75	12,28	10,56	10,73
	var 32	11,52	9,53	10,93	12,75	10,22	10,39	10,89	9,41	11,11	10,84	10,67	10,92	11,54	11,99	11,13	10,16	11,51	10,83	11,98	10,56	10,82	13,62	11,41	9,93	11,54	10,45	10,97	12,20	11,97	9,08	11,03
17	var 33	10,82	11,54	9,91	10,74	10,20	11,34	10,02	10,34	11,58	10,24	10,40	9,04	10,33	10,62	9,53	11,18	10,98	10,82	11,33	11,20	10,57	11,20	11,13	9,22	9,87	10,40	10,37	10,80	11,13	10,72	10,59
	var 34	10,29	10,59	10,48	11,20	9,48	10,40	9,98	9,64	10,43	10,16	10,13	10,98	11,30	10,20	11,75	11,92	10,19	10,65	10,65	11,87	10,43	11,50	10,02	10,35	11,10	10,42	9,39	8,93	10,97	9,69	10,50
18	var 35	10,93	9,96	9,45	10,34	11,41	10,07	9,73	10,08	10,63	10,18	10,61	9,74	10,66	12,77	11,12	10,20	10,22	10,45	9,62	11,19	10,27	10,02	11,11	11,43	9,99	9,71	9,62	10,80	9,70	10,42	10,45
	var 36	11,51	9,28	11,29	10,70	11,57	11,14	11,16	11,34	10,78	11,04	10,15	10,38	11,67	9,98	10,44	11,79	11,52	10,84	11,10	11,46	10,88	10,87	9,92	10,41	9,58	10,96	9,93	10,21	10,51	8,98	10,71
19	var 37	10,27	9,73	10,72	10,44	10,36	9,46	10,43	10,88	9,55	11,51	10,29	11,03	11,70	11,93	11,21	11,48	9,63	11,11	10,59	11,17	10,46	10,57	10,25	11,81	12,07						

~~~~~  
legenda:

V.P. =                      variação de parâmetro

Tabela D-23: Resultados simulação Cenário 12, Tempo médio de atraso

| No. | Parâmetro | V.P.  | Tempo médio de atraso |        |        |        |       |        |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |        |        |        |       |       |        |       |       |        |       |       |        |        |        |       |
|-----|-----------|-------|-----------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
|     |           |       | 1                     | 2      | 3      | 4      | 5     | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11    | 12     | 13    | 14    | 15     | 16    | 17     | 18     | 19     | 20    | 21    | 22     | 23    | 24    | 25     | 26    | 27    | 28     | 29     | 30     | média |
|     | default   |       | 47,56                 | 47,06  | 48,70  | 49,10  | 47,89 | 47,94  | 47,40  | 49,12  | 48,47  | 47,34  | 47,92 | 47,77  | 46,78 | 48,98 | 47,82  | 46,45 | 47,80  | 48,04  | 48,72  | 47,54 | 47,40 | 48,79  | 46,94 | 47,27 | 47,89  | 48,41 | 47,54 | 46,35  | 47,60  | 47,44  | 47,80 |
| 1   | var 1     | 46,28 | 48,23                 | 47,72  | 47,92  | 46,77  | 47,31 | 48,14  | 49,57  | 47,64  | 46,57  | 46,60  | 48,25 | 47,73  | 46,38 | 46,54 | 47,48  | 47,44 | 47,74  | 47,65  | 49,24  | 48,79 | 46,04 | 47,39  | 48,37 | 47,33 | 47,13  | 47,64 | 47,71 | 47,76  | 46,28  | 47,52  |       |
|     | var 2     | 48,37 | 48,13                 | 48,51  | 46,90  | 47,45  | 48,52 | 48,17  | 48,02  | 46,72  | 48,82  | 47,30  | 47,73 | 47,65  | 49,17 | 47,28 | 47,61  | 47,68 | 48,78  | 47,11  | 50,32  | 47,48 | 47,72 | 48,13  | 47,59 | 47,14 | 47,50  | 47,41 | 47,51 | 48,25  | 49,87  | 47,96  |       |
| 2   | var 3     | 47,43 | 46,66                 | 47,94  | 46,51  | 48,64  | 48,32 | 48,50  | 48,71  | 47,08  | 48,77  | 47,64  | 48,08 | 48,74  | 47,50 | 47,98 | 47,62  | 47,75 | 47,72  | 48,19  | 47,55  | 46,72 | 48,25 | 48,48  | 46,23 | 48,61 | 47,92  | 49,78 | 47,54 | 46,66  | 48,27  | 47,83  |       |
|     | var 4     | 47,72 | 47,13                 | 48,75  | 47,53  | 48,40  | 47,55 | 48,28  | 48,98  | 46,77  | 48,21  | 49,71  | 47,56 | 48,65  | 47,78 | 47,11 | 46,35  | 49,08 | 48,33  | 46,43  | 46,98  | 47,67 | 47,22 | 47,13  | 48,52 | 47,02 | 47,20  | 47,66 | 48,22 | 47,76  | 48,29  | 47,80  |       |
| 3   | var 5     | 47,40 | 47,60                 | 47,35  | 47,61  | 47,66  | 47,61 | 47,65  | 48,77  | 49,39  | 47,05  | 48,14  | 48,61 | 48,72  | 48,28 | 47,81 | 46,86  | 47,23 | 47,07  | 46,71  | 50,05  | 46,80 | 47,66 | 48,46  | 47,33 | 48,53 | 48,54  | 48,50 | 47,78 | 46,70  | 47,52  | 47,85  |       |
|     | var 6     | 48,87 | 48,45                 | 48,67  | 47,28  | 48,26  | 48,06 | 46,17  | 48,24  | 47,74  | 48,28  | 47,27  | 48,69 | 47,76  | 48,00 | 47,45 | 47,29  | 47,04 | 47,10  | 48,59  | 48,89  | 47,35 | 46,85 | 48,41  | 46,50 | 47,57 | 47,97  | 47,32 | 47,09 | 47,60  | 46,64  | 47,71  |       |
| 4   | var 7     | 49,31 | 47,98                 | 47,23  | 47,90  | 47,47  | 47,86 | 47,85  | 48,51  | 48,12  | 47,00  | 47,82  | 47,19 | 46,64  | 47,82 | 49,01 | 49,65  | 46,46 | 48,03  | 46,47  | 48,21  | 47,05 | 47,46 | 47,58  | 46,67 | 47,18 | 46,06  | 48,62 | 47,38 | 48,15  | 47,10  | 47,65  |       |
|     | var 8     | 48,37 | 47,69                 | 47,16  | 47,99  | 47,92  | 46,96 | 46,72  | 47,82  | 48,02  | 47,00  | 46,78  | 47,18 | 48,67  | 47,63 | 47,85 | 47,11  | 48,28 | 47,32  | 47,31  | 47,15  | 48,07 | 47,00 | 46,38  | 48,40 | 47,61 | 47,83  | 47,96 | 48,34 | 47,95  | 49,10  | 47,65  |       |
| 5   | var 9     | 48,15 | 48,69                 | 46,86  | 48,40  | 48,55  | 49,10 | 46,39  | 47,47  | 48,89  | 47,03  | 48,57  | 48,56 | 46,94  | 46,88 | 47,57 | 47,56  | 47,18 | 47,68  | 47,71  | 48,11  | 48,29 | 46,90 | 48,15  | 47,75 | 49,27 | 47,09  | 48,48 | 48,72 | 47,82  | 47,60  | 47,85  |       |
|     | var 10    | 47,40 | 47,55                 | 47,47  | 48,23  | 48,24  | 48,04 | 46,49  | 47,52  | 47,89  | 48,83  | 48,20  | 47,58 | 47,50  | 47,95 | 46,93 | 46,83  | 47,68 | 49,20  | 48,42  | 47,34  | 47,93 | 46,20 | 47,75  | 48,73 | 47,60 | 47,65  | 47,89 | 46,63 | 47,44  | 48,21  | 47,71  |       |
| 6   | var 11    | 48,61 | 48,33                 | 45,81  | 47,31  | 47,14  | 47,72 | 48,53  | 47,23  | 48,61  | 46,47  | 47,80  | 48,41 | 47,82  | 46,43 | 46,96 | 48,07  | 47,22 | 47,56  | 47,46  | 47,65  | 47,69 | 47,61 | 48,20  | 48,58 | 47,26 | 47,53  | 48,52 | 47,39 | 48,08  | 47,68  | 47,66  |       |
|     | var 12    | 87,71 | 104,48                | 81,28  | 83,85  | 82,22  | 89,47 | 81,70  | 85,59  | 81,41  | 86,82  | 90,27  | 92,36 | 72,93  | 74,24 | 78,50 | 88,50  | 88,93 | 75,59  | 99,66  | 94,85  | 83,24 | 77,62 | 93,44  | 92,76 | 83,56 | 70,75  | 93,85 | 79,73 | 85,13  | 88,10  | 85,62  |       |
| 7   | var 13    | 47,38 | 47,18                 | 48,03  | 46,62  | 47,78  | 47,85 | 47,49  | 46,42  | 48,72  | 48,01  | 46,86  | 48,83 | 47,06  | 47,59 | 48,28 | 47,60  | 47,63 | 49,42  | 47,66  | 47,52  | 48,11 | 48,56 | 48,01  | 47,49 | 49,11 | 47,61  | 46,98 | 48,09 | 47,14  | 46,99  | 47,73  |       |
|     | var 14    | 47,05 | 47,47                 | 47,99  | 47,70  | 47,86  | 46,38 | 49,37  | 47,73  | 48,08  | 48,04  | 47,85  | 47,16 | 47,63  | 47,26 | 47,79 | 47,82  | 49,99 | 47,72  | 48,31  | 47,03  | 48,33 | 47,56 | 48,32  | 47,44 | 49,13 | 47,42  | 48,23 | 46,47 | 49,52  | 47,12  | 47,79  |       |
| 8   | var 15    | 48,10 | 47,85                 | 48,09  | 48,09  | 48,33  | 49,81 | 48,43  | 47,60  | 47,09  | 48,79  | 47,81  | 48,17 | 48,24  | 48,15 | 47,69 | 48,21  | 47,79 | 48,12  | 48,93  | 48,58  | 48,09 | 49,25 | 48,89  | 48,02 | 49,75 | 47,37  | 48,98 | 49,36 | 49,26  | 48,84  | 48,39  |       |
|     | var 16    | 46,72 | 47,23                 | 47,15  | 47,61  | 46,46  | 46,95 | 46,52  | 46,23  | 47,56  | 47,14  | 46,14  | 47,21 | 46,69  | 47,50 | 47,67 | 46,00  | 47,81 | 46,95  | 47,31  | 46,41  | 46,00 | 46,19 | 46,73  | 47,05 | 47,88 | 46,95  | 47,90 | 46,76 | 45,16  | 47,40  | 46,91  |       |
| 9   | var 17    | 46,66 | 47,06                 | 48,53  | 47,58  | 47,82  | 46,66 | 46,89  | 47,48  | 47,99  | 47,65  | 48,91  | 47,38 | 47,44  | 47,57 | 46,80 | 48,14  | 47,37 | 48,96  | 47,10  | 46,48  | 48,45 | 46,59 | 47,00  | 47,32 | 47,04 | 48,50  | 49,10 | 46,62 | 48,03  | 47,44  | 47,72  |       |
|     | var 18    | 47,48 | 47,82                 | 48,44  | 48,19  | 47,18  | 48,92 | 47,08  | 47,84  | 48,96  | 48,32  | 47,21  | 47,19 | 47,50  | 46,54 | 46,66 | 47,88  | 46,50 | 48,48  | 49,92  | 47,46  | 48,76 | 48,00 | 47,96  | 46,01 | 46,85 | 47,82  | 47,57 | 47,69 | 47,38  | 48,10  | 47,72  |       |
| 10  | var 19    | 47,53 | 48,33                 | 47,04  | 46,31  | 46,74  | 47,28 | 47,57  | 47,01  | 46,75  | 48,15  | 47,12  | 46,87 | 47,67  | 47,09 | 47,54 | 47,94  | 47,42 | 47,89  | 47,66  | 47,52  | 46,21 | 48,03 | 48,54  | 47,44 | 47,13 | 47,15  | 46,82 | 47,89 | 48,54  | 46,84  | 47,40  |       |
|     | var 20    | 47,19 | 47,83                 | 47,88  | 48,63  | 47,95  | 47,83 | 47,76  | 47,20  | 48,13  | 48,34  | 48,34  | 47,42 | 47,92  | 47,49 | 48,41 | 48,10  | 46,55 | 47,75  | 47,26  | 47,98  | 50,43 | 48,12 | 49,24  | 48,56 | 47,01 | 47,60  | 47,00 | 48,62 | 48,06  | 47,42  | 47,93  |       |
| 11  | var 21    | 47,56 | 46,83                 | 47,03  | 47,13  | 47,42  | 47,35 | 47,21  | 46,71  | 46,18  | 47,68  | 48,30  | 47,60 | 48,45  | 47,08 | 45,87 | 48,04  | 47,50 | 47,19  | 47,09  | 47,57  | 47,38 | 46,48 | 47,90  | 47,32 | 47,13 | 46,82  | 47,78 | 47,59 | 47,39  | 46,31  | 47,26  |       |
|     | var 22    | 49,24 | 49,16                 | 48,12  | 48,99  | 47,59  | 47,57 | 47,21  | 49,30  | 47,61  | 47,40  | 47,92  | 47,50 | 49,16  | 48,53 | 48,02 | 49,20  | 47,42 | 48,64  | 47,97  | 48,81  | 49,23 | 49,07 | 47,71  | 47,69 | 47,26 | 46,48  | 47,30 | 47,72 | 47,84  | 49,08  | 48,19  |       |
| 12  | var 23    | 47,01 | 48,56                 | 47,68  | 47,79  | 47,76  | 49,58 | 48,24  | 47,00  | 49,12  | 48,65  | 46,16  | 47,58 | 47,03  | 47,92 | 49,75 | 47,61  | 47,33 | 47,78  | 47,18  | 46,87  | 47,64 | 47,55 | 47,92  | 47,74 | 46,84 | 47,71  | 47,26 | 47,09 | 47,29  | 47,48  | 47,69  |       |
|     | var 24    | 47,26 | 47,33                 | 47,09  | 47,28  | 47,75  | 46,21 | 47,42  | 47,93  | 48,50  | 48,73  | 46,58  | 46,93 | 46,92  | 48,87 | 47,86 | 47,41  | 47,85 | 47,75  | 47,50  | 47,89  | 48,13 | 48,70 | 48,56  | 48,54 | 47,97 | 47,48  | 46,85 | 47,50 | 49,08  | 47,05  | 48,26  | 47,72 |
| 13  | var 25    | 87,18 | 81,64                 | 112,11 | 111,61 | 106,65 | 70,50 | 115,07 | 112,49 | 125,85 | 119,88 | 119,81 | 62,59 | 145,45 | 99,84 | 79,90 | 132,94 | 80,88 | 140,75 | 113,33 | 142,98 | 84,29 | 79,48 | 135,35 | 57,98 | 79,10 | 155,08 | 63,08 | 95,98 | 141,38 | 161,71 | 107,16 |       |
|     | var 26    | 58,10 | 56,04                 | 55,59  | 55,88  | 57,20  | 54,68 | 55,51  | 55,35  | 58,39  | 55,69  | 58,88  | 57,72 | 55,83  | 56,89 | 56,98 | 55,23  | 55,37 | 54,90  | 54,64  | 58,38  | 58,11 | 57,83 | 57,17  | 55,07 | 57,44 | 55,75  | 58,05 | 53,85 | 54,96  | 56,01  | 56,38  |       |
| 14  | var 27    | 46,48 | 48,32                 | 47,48  | 48,14  | 46,56  | 48,29 | 47,67  | 47,57  | 46,80  | 46,55  | 47,89  | 47,27 | 48,34  | 47,71 | 48,90 | 48,32  | 48,81 | 46,95  | 48,09  | 47,12  | 47,61 | 47,45 | 47,10  | 47,76 | 46,48 | 47,85  | 47,17 | 48,88 | 48,35  | 47,16  | 47,62  |       |
|     | var 28    | 47,62 | 47,42                 | 47,15  | 48,85  | 48,55  | 47,74 | 47,86  | 46,50  | 47,91  | 47,73  | 47,00  | 46,40 | 47,13  | 47,76 | 47,24 | 47,72  | 47,65 | 48,53  | 48,40  | 47,49  | 48,30 | 47,90 | 49,21  | 47,99 | 46,89 | 47,70  | 47,32 | 48,13 | 47,25  | 48,02  | 47,71  |       |
| 15  | var 29    | 47,80 | 46,89                 | 47,08  | 48,16  | 48,25  | 47,65 | 47,37  | 48,00  | 47,87  | 50,18  | 47,68  | 48,17 | 47,09  | 47,03 | 46,57 | 48,62  | 47,00 | 48,56  | 47,75  | 47,96  | 47,51 | 47,23 | 47,68  | 48,15 | 47,46 | 48,05  | 49,57 | 48,94 | 48,28  | 47,53  | 47,87  |       |
|     | var 30    | 48,19 | 47,69                 | 47,89  | 47,94  | 48,47  | 46,74 | 47,80  | 48,20  | 47,69  | 49,13  | 47,97  | 48,21 | 48,19  | 47,81 | 46,69 | 49,03  | 47,52 | 46,46  | 47,35  | 47,31  | 48,23 | 47,09 | 47,86  | 47,05 | 47,79 | 48,98  | 48,12 | 48,12 | 47,99  | 48,38  | 47,86  |       |
| 16  | var 31    | 48,05 | 48,02                 | 46,82  | 48,68  | 47,68  | 47,51 | 48,37  | 47,45  | 47,50  | 48,31  | 47,53  | 47,03 | 46,90  | 46,62 | 48,83 | 47,54  | 47,65 | 49,04  | 48,22  | 47,30  | 47,28 | 48,37 | 47,44  | 47,48 | 47,71 | 47,42  | 47,54 | 48,45 | 48,16  | 47,44  | 47,74  |       |
|     | var 32    | 47,29 | 46,18                 | 46,25  | 47,31  | 47,58  | 46,93 | 48,21  | 47,97  | 47,40  | 48,66  | 46,26  | 47,47 | 48,40  | 47,73 | 47,02 | 47,86  | 47,57 | 47,50  | 47,16  | 46,99  | 47,19 | 47,31 | 47,21  | 46,49 | 47,81 | 47,28  | 47,45 | 47,10 | 46,79  | 47,15  | 47,32  |       |
| 17  | var 33    | 47,79 | 48,06                 | 47,59  | 47,70  | 47,41  | 47,75 | 47,74  | 47,89  | 47,19  | 48,21  | 48,49  | 47,23 | 47,60  | 47,89 | 48,74 | 47,93  | 46,90 | 48,13  | 47,62  | 48,43  | 47,76 | 47,89 | 47,66  | 48,13 | 48,02 | 47,42  | 46,87 | 47,10 | 47,41  | 47,56  | 47,74  |       |
|     | var 34    | 47,23 | 47,07                 | 47,39  | 47,51  | 47,21  | 47,43 | 47,26  | 47,20  | 47,60  | 47,27  | 46,68  | 47,19 | 48,58  | 47,49 | 48,67 | 47,45  | 47,40 | 48,01  | 48,04  | 47,24  | 47,32 | 46,21 | 47,69  | 47,34 | 47,36 | 47,59  | 48,78 | 47,27 | 46,70  | 47,21  | 47,45  |       |
| 18  | var 35    | 48,83 | 48,07                 | 48,21  | 48,02  | 49,01  | 46,85 | 47,36  | 48,70  | 47,49  | 48,38  | 46,37  | 49,18 | 47,18  | 47,13 | 47,39 | 48,06  | 48,50 | 47,57  | 47,38  | 47,21  | 48,36 | 48,55 | 46,44  | 46,89 | 50,06 | 48,60  | 47,62 | 47,86 | 48,67  | 48,03  |        |       |
|     | var 36    | 47,64 | 47,56                 | 46,29  | 47,46  | 48,78  | 47,05 | 47,96  | 47,50  | 48,53  | 48,02  | 46,38  | 46,66 | 46,82  | 47,37 | 48,46 | 48,66  | 47,14 | 47,48  | 47,97  | 47,15  | 47,35 | 47,37 | 46,69  | 46,91 | 48,38 | 48,47  | 46,79 | 47,73 | 47,64  | 47,4   |        |       |

legenda:

V.P. = variação de parâmetro

Tabela D-24: Resultados simulação Cenário 12, Comprimento médio de filas

| No. Parâmetro | V.P.    | Comprimento médio de filas |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------|---------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|               |         | 1                          | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12    | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     | 24     | 25     | 26     | 27     | 28     | 29     | 30     | média  |
|               | default | 55,14                      | 55,45  | 57,16  | 58,15  | 56,46  | 56,82  | 54,69  | 56,49  | 57,44  | 54,96  | 56,24  | 53,67 | 54,74  | 57,66  | 54,82  | 53,90  | 55,16  | 55,71  | 56,46  | 54,48  | 55,46  | 56,98  | 52,66  | 54,64  | 56,27  | 57,37  | 55,06  | 54,37  | 53,54  | 55,22  | 55,57  |
| 1             | var 1   | 51,74                      | 55,37  | 55,02  | 56,06  | 54,24  | 55,02  | 55,23  | 58,58  | 55,83  | 52,62  | 53,15  | 55,81 | 55,40  | 53,96  | 52,84  | 55,09  | 54,44  | 54,15  | 54,43  | 57,48  | 56,39  | 52,98  | 54,61  | 57,18  | 53,77  | 51,93  | 55,64  | 54,01  | 55,93  | 54,09  | 54,77  |
|               | var 2   | 56,36                      | 55,44  | 55,33  | 54,22  | 54,66  | 57,37  | 56,30  | 55,43  | 53,48  | 57,98  | 54,70  | 55,27 | 56,09  | 56,65  | 56,12  | 55,48  | 56,40  | 57,89  | 54,92  | 59,43  | 55,61  | 56,67  | 55,51  | 54,93  | 53,73  | 55,11  | 56,38  | 55,17  | 55,88  | 58,06  | 55,88  |
| 2             | var 3   | 55,48                      | 53,07  | 55,27  | 53,98  | 56,81  | 55,80  | 56,97  | 56,82  | 54,53  | 57,37  | 55,73  | 56,68 | 55,41  | 54,53  | 55,72  | 55,15  | 55,33  | 54,84  | 56,08  | 55,95  | 53,82  | 55,21  | 56,05  | 53,40  | 55,99  | 56,21  | 59,31  | 55,47  | 52,77  | 56,93  | 55,55  |
|               | var 4   | 54,60                      | 53,88  | 57,85  | 55,47  | 57,21  | 55,99  | 56,38  | 57,01  | 53,46  | 55,72  | 59,43  | 54,45 | 56,74  | 55,35  | 53,83  | 52,61  | 58,47  | 55,62  | 52,48  | 54,94  | 55,46  | 53,67  | 53,89  | 54,43  | 53,57  | 55,27  | 54,73  | 57,27  | 55,32  | 58,29  | 55,45  |
| 3             | var 5   | 54,64                      | 55,31  | 54,26  | 55,51  | 55,60  | 56,28  | 55,76  | 56,76  | 59,05  | 54,78  | 57,16  | 56,64 | 57,24  | 57,04  | 55,73  | 52,88  | 54,40  | 54,23  | 54,35  | 59,08  | 54,09  | 55,29  | 57,15  | 56,07  | 56,34  | 55,10  | 56,59  | 55,86  | 54,50  | 54,55  | 55,74  |
|               | var 6   | 55,49                      | 56,93  | 56,11  | 54,57  | 55,66  | 56,02  | 53,26  | 56,13  | 55,43  | 56,88  | 55,51  | 57,23 | 54,40  | 57,27  | 55,51  | 55,49  | 54,17  | 54,23  | 57,50  | 57,70  | 53,86  | 52,96  | 55,65  | 54,03  | 55,49  | 55,00  | 54,03  | 54,28  | 55,15  | 54,06  | 55,33  |
| 4             | var 7   | 57,81                      | 56,14  | 55,12  | 56,19  | 54,92  | 55,56  | 55,78  | 56,59  | 56,39  | 53,88  | 55,75  | 54,00 | 53,01  | 54,49  | 58,41  | 58,13  | 53,45  | 55,97  | 52,26  | 56,46  | 54,32  | 55,40  | 55,24  | 53,94  | 55,70  | 52,56  | 55,89  | 54,06  | 55,30  | 55,44  | 55,27  |
|               | var 8   | 57,78                      | 55,84  | 53,76  | 55,77  | 55,87  | 54,60  | 53,60  | 56,52  | 56,52  | 52,53  | 52,86  | 54,83 | 57,85  | 55,78  | 55,74  | 54,06  | 56,33  | 54,35  | 54,72  | 54,50  | 56,77  | 54,49  | 53,20  | 56,16  | 54,91  | 55,34  | 55,59  | 56,59  | 55,58  | 58,33  | 55,36  |
| 5             | var 9   | 55,86                      | 56,38  | 54,39  | 56,49  | 56,13  | 58,07  | 51,95  | 54,60  | 59,53  | 53,62  | 56,49  | 56,90 | 54,41  | 54,11  | 55,12  | 55,55  | 54,61  | 55,86  | 57,00  | 56,57  | 56,26  | 53,39  | 55,65  | 55,90  | 57,11  | 53,67  | 56,05  | 53,49  | 55,82  | 56,02  | 55,57  |
|               | var 10  | 54,81                      | 54,89  | 54,69  | 55,71  | 55,14  | 56,28  | 52,83  | 55,02  | 54,71  | 57,23  | 56,44  | 55,35 | 56,56  | 55,45  | 54,36  | 53,84  | 54,28  | 58,25  | 55,58  | 55,70  | 55,71  | 52,00  | 55,93  | 56,90  | 55,05  | 54,02  | 56,38  | 53,77  | 53,86  | 55,32  | 55,20  |
| 6             | var 11  | 57,05                      | 56,93  | 51,89  | 54,26  | 55,14  | 54,81  | 57,04  | 54,58  | 56,08  | 53,22  | 55,92  | 57,15 | 55,68  | 52,83  | 54,28  | 55,63  | 54,25  | 55,03  | 54,44  | 55,21  | 54,79  | 55,51  | 55,03  | 55,72  | 54,87  | 54,72  | 56,48  | 54,72  | 55,64  | 55,20  | 55,14  |
|               | var 12  | 93,51                      | 109,30 | 83,12  | 89,23  | 88,56  | 95,17  | 86,06  | 90,17  | 85,97  | 91,48  | 95,49  | 96,23 | 76,34  | 78,75  | 84,06  | 94,17  | 93,11  | 80,74  | 107,64 | 99,70  | 86,63  | 81,52  | 99,69  | 100,18 | 88,02  | 71,26  | 100,54 | 84,76  | 89,25  | 94,13  | 90,49  |
| 7             | var 13  | 55,02                      | 55,71  | 55,36  | 53,43  | 55,75  | 55,24  | 54,19  | 52,80  | 56,25  | 55,94  | 55,11  | 57,53 | 54,81  | 54,44  | 55,29  | 54,83  | 55,96  | 58,40  | 53,71  | 55,09  | 55,94  | 56,67  | 55,98  | 55,69  | 55,93  | 54,40  | 54,64  | 56,69  | 54,22  | 54,24  | 55,34  |
|               | var 14  | 53,62                      | 55,41  | 55,66  | 55,43  | 54,38  | 52,72  | 58,43  | 55,52  | 56,31  | 56,75  | 55,53  | 54,92 | 54,88  | 54,05  | 56,85  | 55,08  | 55,01  | 55,35  | 57,48  | 55,74  | 55,20  | 55,18  | 55,92  | 53,90  | 57,09  | 56,76  | 56,23  | 54,23  | 56,20  | 54,69  | 55,48  |
| 8             | var 15  | 56,27                      | 55,26  | 56,34  | 56,23  | 56,10  | 58,46  | 55,10  | 54,98  | 53,87  | 57,17  | 54,34  | 55,64 | 55,14  | 54,98  | 55,89  | 54,89  | 54,97  | 55,47  | 56,76  | 56,86  | 54,52  | 57,02  | 57,14  | 54,97  | 58,14  | 53,50  | 57,40  | 57,76  | 57,86  | 57,01  | 56,80  |
|               | var 16  | 53,76                      | 54,24  | 54,32  | 55,83  | 52,53  | 54,81  | 53,29  | 54,33  | 55,28  | 55,83  | 54,29  | 55,16 | 55,34  | 55,76  | 55,19  | 52,94  | 56,39  | 55,18  | 55,42  | 53,61  | 53,44  | 53,24  | 54,70  | 54,10  | 56,28  | 53,92  | 56,15  | 53,84  | 51,40  | 55,79  | 54,54  |
| 9             | var 17  | 53,57                      | 54,30  | 56,23  | 54,67  | 54,67  | 56,24  | 53,56  | 55,33  | 56,50  | 53,62  | 56,99  | 54,83 | 55,14  | 55,25  | 53,12  | 54,77  | 53,62  | 56,04  | 54,07  | 56,36  | 55,92  | 53,43  | 53,68  | 53,67  | 54,42  | 56,13  | 57,65  | 56,45  | 56,47  | 55,39  | 55,07  |
|               | var 18  | 55,30                      | 55,75  | 56,96  | 56,98  | 55,36  | 58,06  | 54,19  | 56,14  | 55,11  | 55,36  | 55,47  | 54,19 | 54,46  | 53,10  | 53,98  | 56,49  | 53,15  | 56,84  | 59,07  | 54,98  | 56,03  | 56,47  | 55,75  | 52,74  | 53,50  | 55,15  | 56,75  | 54,73  | 55,17  | 55,08  | 55,50  |
| 10            | var 19  | 53,04                      | 54,60  | 53,76  | 53,45  | 53,86  | 55,21  | 54,72  | 55,32  | 53,96  | 55,55  | 54,47  | 54,44 | 54,54  | 55,38  | 55,39  | 55,30  | 54,02  | 55,17  | 54,99  | 55,95  | 53,91  | 56,69  | 57,22  | 54,95  | 55,55  | 55,05  | 54,18  | 55,61  | 56,75  | 54,36  | 54,91  |
|               | var 20  | 54,39                      | 56,34  | 54,40  | 56,20  | 56,83  | 56,64  | 55,94  | 56,07  | 56,66  | 56,23  | 55,29  | 55,53 | 57,00  | 56,33  | 57,16  | 54,89  | 53,57  | 53,15  | 55,51  | 55,86  | 57,88  | 55,92  | 56,76  | 55,73  | 54,14  | 56,21  | 53,23  | 56,93  | 54,64  | 54,46  | 55,73  |
| 11            | var 21  | 55,15                      | 54,29  | 53,51  | 55,04  | 54,53  | 54,72  | 54,14  | 54,22  | 52,98  | 55,92  | 57,16  | 53,48 | 56,46  | 54,96  | 51,85  | 56,95  | 55,72  | 53,93  | 54,08  | 55,42  | 55,43  | 54,04  | 54,75  | 54,28  | 54,45  | 54,61  | 55,13  | 55,44  | 55,33  | 52,90  | 54,70  |
|               | var 22  | 57,11                      | 56,95  | 56,11  | 56,43  | 55,17  | 54,76  | 55,12  | 56,70  | 54,60  | 54,47  | 55,67  | 56,58 | 56,68  | 55,72  | 55,74  | 57,64  | 54,55  | 55,75  | 55,37  | 55,74  | 57,57  | 58,06  | 55,79  | 54,90  | 53,44  | 52,55  | 54,49  | 55,63  | 55,37  | 56,83  | 55,72  |
| 12            | var 23  | 54,47                      | 56,92  | 54,89  | 54,10  | 55,20  | 58,68  | 56,71  | 53,76  | 57,40  | 55,20  | 52,69  | 54,88 | 53,61  | 55,61  | 58,02  | 55,12  | 55,21  | 53,84  | 55,54  | 55,63  | 54,57  | 55,17  | 54,04  | 55,28  | 55,36  | 53,79  | 55,03  | 54,02  | 55,21  | 55,21  | 55,21  |
|               | var 24  | 53,19                      | 54,86  | 53,56  | 54,78  | 55,81  | 51,95  | 56,26  | 55,35  | 56,22  | 57,72  | 53,65  | 53,53 | 53,67  | 57,56  | 55,25  | 53,88  | 54,89  | 53,89  | 55,95  | 55,70  | 55,94  | 55,64  | 57,38  | 55,81  | 55,20  | 53,56  | 55,48  | 58,74  | 53,89  | 56,41  | 55,19  |
| 13            | var 25  | 124,56                     | 129,65 | 341,90 | 150,13 | 151,86 | 129,44 | 155,87 | 156,83 | 162,43 | 156,20 | 154,34 | 81,73 | 165,20 | 138,46 | 319,19 | 168,75 | 113,71 | 165,44 | 157,49 | 178,44 | 120,34 | 132,36 | 172,50 | 77,64  | 113,89 | 185,43 | 83,82  | 134,93 | 176,72 | 178,43 | 155,92 |
|               | var 26  | 63,14                      | 60,06  | 58,91  | 59,73  | 60,63  | 57,44  | 58,42  | 58,56  | 63,66  | 59,30  | 63,42  | 62,68 | 58,82  | 60,55  | 60,06  | 56,75  | 59,34  | 57,97  | 57,54  | 62,01  | 61,63  | 62,67  | 61,91  | 58,25  | 61,02  | 59,69  | 61,37  | 56,13  | 57,27  | 59,71  | 59,96  |
| 14            | var 27  | 53,23                      | 56,79  | 54,85  | 56,34  | 52,34  | 56,67  | 55,63  | 54,85  | 52,65  | 53,47  | 55,57  | 55,66 | 56,37  | 55,09  | 57,10  | 55,05  | 57,82  | 54,66  | 58,49  | 53,73  | 54,94  | 54,94  | 55,23  | 55,71  | 54,01  | 55,94  | 55,32  | 55,90  | 56,25  | 53,37  | 55,27  |
|               | var 28  | 56,19                      | 54,51  | 56,05  | 58,46  | 56,23  | 55,01  | 55,84  | 53,01  | 55,01  | 54,96  | 54,08  | 52,47 | 54,60  | 55,71  | 54,23  | 54,21  | 54,55  | 56,03  | 54,83  | 55,08  | 57,13  | 55,19  | 56,59  | 57,38  | 53,56  | 56,47  | 55,34  | 56,64  | 54,55  | 55,73  | 55,32  |
| 15            | var 29  | 55,02                      | 54,68  | 54,39  | 56,79  | 56,23  | 57,72  | 54,21  | 55,50  | 55,73  | 59,80  | 54,55  | 56,06 | 54,92  | 54,23  | 54,60  | 56,64  | 53,38  | 55,16  | 55,51  | 54,81  | 54,97  | 55,24  | 55,53  | 56,42  | 54,05  | 54,97  | 58,71  | 57,19  | 56,84  | 54,00  | 55,59  |
|               | var 30  | 56,54                      | 56,74  | 55,01  | 55,95  | 56,56  | 54,01  | 56,89  | 56,51  | 54,47  | 57,57  | 54,67  | 56,49 | 56,11  | 54,10  | 54,35  | 57,14  | 54,40  | 53,66  | 54,83  | 54,34  | 56,13  | 53,98  | 55,29  | 53,58  | 54,32  | 57,03  | 56,78  | 55,70  | 55,88  | 56,63  | 55,52  |
| 16            | var 31  | 55,68                      | 56,69  | 53,26  | 57,39  | 55,99  | 55,04  | 55,89  | 55,88  | 54,38  | 56,50  | 55,13  | 53,81 | 53,67  | 53,35  | 56,91  | 54,58  | 55,59  | 56,64  | 56,25  | 56,20  | 53,85  | 55,80  | 54,97  | 54,73  | 55,04  | 55,41  | 55,36  | 56,83  | 55,96  | 54,51  | 55,38  |
|               | var 32  | 56,12                      | 53,28  | 52,30  | 55,21  | 55,33  | 54,44  | 56,72  |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

## **APÊNDICE E – RESULTADOS TESTE DE NORMALIDADE**

Tabela E-1: Resultados análise de normalidade Cenário 2, Tempo médio de atraso

Cenário: Interseção Isolada com semáforo - Volume 1-S

M. de Desempenho: Tempo de atraso

| No.de parâmetro                   |         | 1     |         |       | 2      |         |       | 3      |         |       | 4      |         |       | 5      |         |        | 6          |         |        |
|-----------------------------------|---------|-------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                              | default | var 1 | default | var 2 | var 3  | default | var 4 | var 5  | default | var 6 | var 7  | default | var 8 | var 9  | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                      | s       | s     | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smimov                 | s       | s     | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | n     | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s       | s     | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                  | s       | s     | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Normal ?                          | sim     | sim   | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal  |       |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                   |        | 7       |        |        | 8       |        |            | 9       |        |        | 10      |        |        | 11      |        |        | 12      |        |  |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                              | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23 | default | var 24 |  |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Kolmogorov-Smimov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Normal ?                          | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |  |

| No.de parâmetro                   |        | 13      |        |        | 14      |        |        | 15      |        |        | 16      |        |        | 17      |        |        | 18      |        |  |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                              | var 25 | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |  |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Kolmogorov-Smimov                 | s      | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Normal ?                          | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |  |

| No.de parâmetro                   |        | 19      |        |            | 20      |        |        | 21      |        |        | 22      |        |        | 23      |        |        | 24      |        |  |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                              | var 37 | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41 | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47 | default | var 48 |  |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Kolmogorov-Smimov                 | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Normal ?                          | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |  |

Legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-2: Resultados análise de normalidade Cenário 2, Comprimento médio de filas

**Cenário:** Interseção Isolada com semáforo - Volume 1-S

**M. de Desempenho:** Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                    |         | 1     |         |        | 2     |         |        | 3     |         |        | 4     |         |        | 5     |         |            | 6      |         |        |
|------------------------------------|---------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|------------|--------|---------|--------|
| Test                               | default | var 1 | default | var 2  | var 3 | default | var 4  | var 5 | default | var 6  | var 7 | default | var 8  | var 9 | default | var 10     | var 11 | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s       | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s          | s      | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s       | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | n          | s      | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | s       | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s          | s      | s       | n      |
| Anderson-Darling                   | s       | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s      | s     | s       | s          | s      | s       | n      |
| Normal ?                           | sim     | sim   | sim     | sim    | sim   | sim     | sim    | sim   | sim     | sim    | sim   | sim     | sim    | sim   | sim     | sim        | sim    | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal  |       |         | normal |       |         | normal |       |         | normal |       |         | normal |       |         | não normal |        |         |        |

| No.de parâmetro                    |        | 7       |        |        | 8       |        |        | 9       |        |        | 10      |        |        | 11      |        |        | 12      |        |  |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17 | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23 | default | var 24 |  |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Normal ?                           | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |  |

| No.de parâmetro                    |            | 13      |        |        | 14      |        |        | 15      |        |        | 16      |        |        | 17      |        |        | 18      |        |  |
|------------------------------------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                               | var 25     | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |  |
| Shapiro-wilk                       | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                   | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                   | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Normal ?                           | não        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |  |

| No.de parâmetro                    |        | 19      |        |        | 20      |        |        | 21      |        |        | 22      |        |        | 23      |        |        | 24      |        |  |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                               | var 37 | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41 | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47 | default | var 48 |  |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n      | s       | s      | n      | s       | n      |  |
| Normal ?                           | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |  |

**legenda:**

n = não  
s = sim

Tabela E-3: Resultados análise de normalidade Cenário 3, Tempo médio de atraso

Cenário: Interseção Isolada sem semáforo - Volume 2-P

M. de Desempenho: Tempo de atraso

| No.de parâmetro                    |            | 1     |         |            | 2     |         |            | 3     |         |        | 4     |         |            | 5     |         |            | 6      |         |        |
|------------------------------------|------------|-------|---------|------------|-------|---------|------------|-------|---------|--------|-------|---------|------------|-------|---------|------------|--------|---------|--------|
| Test                               | default    | var 1 | default | var 2      | var 3 | default | var 4      | var 5 | default | var 6  | var 7 | default | var 8      | var 9 | default | var 10     | var 11 | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s          | s     | s       | s          | s     | s       | s          | s     | s       | s      | s     | s       | s          | n     | s       | s          | n      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smimov                  | s          | s     | s       | s          | s     | s       | n          | n     | s       | s      | s     | s       | s          | s     | s       | s          | n      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s          | n     | s       | s          | s     | s       | n          | n     | s       | s      | s     | s       | s          | n     | s       | s          | n      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | n          | n     | n       | n          | n     | n       | n          | n     | n       | s      | s     | n       | s          | n     | n       | s          | n      | n       | s      |
| Normal ?                           | sim        | não   | sim     | sim        | sim   | sim     | não        | não   | sim     | sim    | sim   | sim     | sim        | não   | sim     | sim        | não    | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade: | não normal |       |         | não normal |       |         | não normal |       |         | normal |       |         | não normal |       |         | não normal |        |         |        |

| No.de parâmetro                    |        | 7       |        |        | 8       |        |            | 9       |        |        | 10      |        |        | 11      |        |        | 12      |        |  |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23 | default | var 24 |  |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Kolmogorov-Smimov                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | n      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                   | s      | n       | s      | s      | n       | s      | n          | n       | s      | s      | n       | s      | s      | n       | s      | s      | n       | s      |  |
| Normal ?                           | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |
| cumpre com o teste de normalidade: | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |  |

| No.de parâmetro                    |        | 13      |        |        | 14      |        |        | 15      |        |        | 16      |        |        | 17      |        |            | 18      |        |  |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--|
| Test                               | var 25 | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |  |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      |  |
| Kolmogorov-Smimov                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                   | s      | n       | s      | s      | n       | s      | s      | n       | s      | s      | n       | s      | s      | n       | s      | s          | n       | n      |  |
| Normal ?                           | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |  |
| cumpre com o teste de normalidade: | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |  |

| No.de parâmetro                    |            | 19      |        |        | 20      |        |            | 21      |        |        | 22      |        |        | 23      |        |        | 24      |        |  |
|------------------------------------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                               | var 37     | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47 | default | var 48 |  |
| Shapiro-wilk                       | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Kolmogorov-Smimov                  | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                   | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                   | s          | n       | n      | s      | n       | s      | s          | n       | n      | s      | n       | s      | s      | n       | s      | s      | n       | s      |  |
| Normal ?                           | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |
| cumpre com o teste de normalidade: | não normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |  |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E- 4: Resultados análise de normalidade Cenário 3, Comprimento médio de filas

**Cenário:** Interseção Isolada sem semáforo - Volume 2-P

**M. de Desempenho:** Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                   |            | 1     |         |       |        | 2       |       |       |            | 3     |       |         |        | 4     |         |        |            | 5       |        |  |            | 6 |  |  |  |
|-----------------------------------|------------|-------|---------|-------|--------|---------|-------|-------|------------|-------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|------------|---------|--------|--|------------|---|--|--|--|
| Test                              | default    | var 1 | default | var 2 | var 3  | default | var 4 | var 5 | default    | var 6 | var 7 | default | var 8  | var 9 | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |  |            |   |  |  |  |
| Shapiro-wilk                      | s          | n     | s       | s     | s      | s       | n     | n     | s          | s     | s     | s       | s      | n     | s       | s      | n          | s       | s      |  |            |   |  |  |  |
| Kolmogorov-Smimov                 | s          | s     | s       | s     | s      | s       | s     | n     | s          | s     | s     | s       | s      | s     | s       | s      | n          | s       | s      |  |            |   |  |  |  |
| Cramer-von Mises                  | s          | n     | s       | s     | s      | s       | s     | n     | s          | s     | s     | s       | s      | n     | s       | s      | n          | s       | s      |  |            |   |  |  |  |
| Anderson-Darling                  | s          | n     | s       | s     | s      | s       | s     | n     | s          | s     | s     | s       | s      | n     | s       | s      | n          | s       | s      |  |            |   |  |  |  |
| Normal ?                          | sim        | não   | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | não   | sim        | sim   | sim   | sim     | sim    | não   | sim     | sim    | não        | sim     | sim    |  |            |   |  |  |  |
| cumpre com o teste de normalidade | não normal |       |         |       | normal |         |       |       | não normal |       |       |         | normal |       |         |        | não normal |         |        |  | não normal |   |  |  |  |

| No.de parâmetro                   |        | 7       |        |        |            | 8      |        |         |            | 9      |         |        |        | 10      |        |        |         | 11     |  |  |        | 12 |  |  |  |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|--------|------------|--------|--------|---------|------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|--|--------|----|--|--|--|
| Test                              | var 13 | default | var 14 | var 15 | default    | var 16 | var 17 | default | var 18     | var 19 | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23 | default | var 24 |  |  |        |    |  |  |  |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | n      | s          | s      | s      | s       | n          | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |  |        |    |  |  |  |
| Kolmogorov-Smimov                 | s      | s       | s      | s      | s          | s      | n      | s       | n          | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |  |        |    |  |  |  |
| Cramer-von Mises                  | n      | s       | s      | n      | s          | s      | n      | s       | s          | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |  |        |    |  |  |  |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | n      | s          | s      | n      | s       | s          | s      | s       | s      | s      | s       | n      | s      | s       | s      |  |  |        |    |  |  |  |
| Normal ?                          | sim    | sim     | sim    | não    | sim        | sim    | não    | sim     | sim        | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |  |        |    |  |  |  |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        |        | não normal |        |        |         | não normal |        |         |        | normal |         |        |        | normal  |        |  |  | normal |    |  |  |  |

| No.de parâmetro                   |        | 13      |        |        |         | 14     |        |         |        | 15     |         |        |        | 16      |        |        |         | 17     |  |  |        | 18 |  |  |  |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|--|--------|----|--|--|--|
| Test                              | var 25 | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |  |  |        |    |  |  |  |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |  |        |    |  |  |  |
| Kolmogorov-Smimov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |  |        |    |  |  |  |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |  |        |    |  |  |  |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |  |        |    |  |  |  |
| Normal ?                          | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |  |  |        |    |  |  |  |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        |        | normal  |        |        |         | normal |        |         |        | normal |         |        |        | normal  |        |  |  | normal |    |  |  |  |

| No.de parâmetro                   |            | 19      |        |        |         | 20     |        |         |            | 21     |         |        |        | 22      |        |        |         | 23     |  |  |            | 24 |  |  |  |
|-----------------------------------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|--|------------|----|--|--|--|
| Test                              | var 37     | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41 | default | var 42     | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47 | default | var 48 |  |  |            |    |  |  |  |
| Shapiro-wilk                      | s          | s       | n      | n      | s       | s      | s      | s       | n          | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |  |  |            |    |  |  |  |
| Kolmogorov-Smimov                 | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s          | s      | s       | s      | n      | s       | s      | n      | s       | s      |  |  |            |    |  |  |  |
| Cramer-von Mises                  | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | n          | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n      | s       | s      |  |  |            |    |  |  |  |
| Anderson-Darling                  | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | n          | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n      | s       | s      |  |  |            |    |  |  |  |
| Normal ?                          | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | não        | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não    | sim     | sim    |  |  |            |    |  |  |  |
| cumpre com o teste de normalidade | não normal |         |        |        | normal  |        |        |         | não normal |        |         |        | normal |         |        |        | normal  |        |  |  | não normal |    |  |  |  |

**legenda:**

n = não  
s = sim

Tabela E-5: Resultados análise de normalidade Cenário 4, Tempo médio de atraso

Cenário: Interseção Isolada com semáforo - Volume 2-S

M. de Desempenho: Tempo de atraso

| No.de parâmetro                  |            | 1     |         |       |        | 2       |       |       |         | 3     |       |         |            | 4     |         |        |        | 5       |        |  |            | 6 |  |  |  |
|----------------------------------|------------|-------|---------|-------|--------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|------------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--|------------|---|--|--|--|
| Test                             | default    | var 1 | default | var 2 | var 3  | default | var 4 | var 5 | default | var 6 | var 7 | default | var 8      | var 9 | default | var 10 | var 11 | default | var 12 |  |            |   |  |  |  |
| Shapiro-wilk                     | s          | s     | s       | s     | s      | s       | s     | s     | s       | s     | n     | s       | s          | s     | s       | s      | s      | s       | n      |  |            |   |  |  |  |
| Kolmogorov-Smimov                | s          | s     | s       | s     | s      | s       | s     | s     | s       | s     | n     | s       | s          | s     | s       | s      | s      | s       | s      |  |            |   |  |  |  |
| Cramer-von Mises                 | s          | n     | s       | s     | s      | s       | s     | s     | s       | s     | n     | s       | s          | s     | s       | s      | s      | s       | n      |  |            |   |  |  |  |
| Anderson-Darling                 | s          | n     | s       | s     | s      | s       | s     | s     | s       | s     | n     | s       | s          | s     | s       | s      | s      | s       | s      |  |            |   |  |  |  |
| Normal ?                         | sim        | não   | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim   | sim     | sim   | não   | sim     | sim        | sim   | sim     | sim    | sim    | sim     | não    |  |            |   |  |  |  |
| umpre com o teste de normalidade | não normal |       |         |       | normal |         |       |       | normal  |       |       |         | não normal |       |         |        | normal |         |        |  | não normal |   |  |  |  |

| No.de parâmetro                  |  | 7      |         |        |        | 8          |        |        |         | 9          |        |         |        | 10         |         |        |        | 11         |        |  |  | 12     |  |  |  |
|----------------------------------|--|--------|---------|--------|--------|------------|--------|--------|---------|------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|------------|--------|--|--|--------|--|--|--|
| Test                             |  | var 13 | default | var 14 | var 15 | default    | var 16 | var 17 | default | var 18     | var 19 | default | var 20 | var 21     | default | var 22 | var 23 | default    | var 24 |  |  |        |  |  |  |
| Shapiro-wilk                     |  | s      | s       | s      | s      | s          | n      | n      | s       | n          | n      | s       | n      | n          | s       | s      | s      | s          | s      |  |  |        |  |  |  |
| Kolmogorov-Smimov                |  | s      | s       | s      | s      | s          | n      | n      | s       | n          | n      | s       | n      | s          | s       | s      | s      | s          | s      |  |  |        |  |  |  |
| Cramer-von Mises                 |  | s      | s       | s      | s      | s          | n      | n      | s       | n          | n      | s       | n      | s          | s       | s      | s      | s          | s      |  |  |        |  |  |  |
| Anderson-Darling                 |  | s      | s       | s      | s      | s          | n      | n      | s       | n          | n      | s       | n      | n          | s       | s      | s      | s          | s      |  |  |        |  |  |  |
| Normal ?                         |  | sim    | sim     | sim    | sim    | sim        | não    | não    | sim     | não        | não    | sim     | não    | não        | sim     | sim    | sim    | sim        | sim    |  |  |        |  |  |  |
| umpre com o teste de normalidade |  | normal |         |        |        | não normal |        |        |         | não normal |        |         |        | não normal |         |        |        | não normal |        |  |  | normal |  |  |  |

| No.de parâmetro                  |  | 13         |         |        |        | 14         |        |        |         | 15         |        |         |        | 16     |         |        |        | 17      |        |  |  | 18         |  |  |  |
|----------------------------------|--|------------|---------|--------|--------|------------|--------|--------|---------|------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--|--|------------|--|--|--|
| Test                             |  | var 25     | default | var 26 | var 27 | default    | var 28 | var 29 | default | var 30     | var 31 | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |  |  |            |  |  |  |
| Shapiro-wilk                     |  | n          | s       | s      | n      | s          | n      | n      | s       | s          | n      | s       | n      | n      | s       | s      | n      | s       | n      |  |  |            |  |  |  |
| Kolmogorov-Smimov                |  | n          | s       | s      | n      | s          | n      | n      | s       | s          | s      | s       | s      | s      | s       | n      | s      | s       | n      |  |  |            |  |  |  |
| Cramer-von Mises                 |  | n          | s       | s      | n      | s          | n      | n      | s       | s          | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n      | s       | n      |  |  |            |  |  |  |
| Anderson-Darling                 |  | n          | s       | s      | n      | s          | n      | n      | s       | s          | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n      | s       | n      |  |  |            |  |  |  |
| Normal ?                         |  | não        | sim     | sim    | não    | sim        | não    | não    | sim     | sim        | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não    | sim     | não    |  |  |            |  |  |  |
| umpre com o teste de normalidade |  | não normal |         |        |        | não normal |        |        |         | não normal |        |         |        | normal |         |        |        | normal  |        |  |  | não normal |  |  |  |

| No.de parâmetro                  |  | 19         |         |        |        | 20         |        |        |         | 21         |        |         |        | 22         |         |        |        | 23         |        |  |  | 24         |  |  |  |
|----------------------------------|--|------------|---------|--------|--------|------------|--------|--------|---------|------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|------------|--------|--|--|------------|--|--|--|
| Test                             |  | var 37     | default | var 38 | var 39 | default    | var 40 | var 41 | default | var 42     | var 43 | default | var 44 | var 45     | default | var 46 | var 47 | default    | var 48 |  |  |            |  |  |  |
| Shapiro-wilk                     |  | n          | s       | n      | n      | s          | n      | s      | s       | n          | n      | s       | s      | n          | s       | s      | n      | s          | n      |  |  |            |  |  |  |
| Kolmogorov-Smimov                |  | n          | s       | s      | s      | s          | s      | s      | s       | n          | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s          | n      |  |  |            |  |  |  |
| Cramer-von Mises                 |  | n          | s       | s      | n      | s          | s      | s      | s       | n          | n      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s          | n      |  |  |            |  |  |  |
| Anderson-Darling                 |  | n          | s       | s      | n      | s          | n      | s      | s       | n          | n      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s          | n      |  |  |            |  |  |  |
| Normal ?                         |  | não        | sim     | sim    | não    | sim        | não    | sim    | sim     | não        | não    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim    | sim        | não    |  |  |            |  |  |  |
| umpre com o teste de normalidade |  | não normal |         |        |        | não normal |        |        |         | não normal |        |         |        | não normal |         |        |        | não normal |        |  |  | não normal |  |  |  |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-6: Resultados análise de normalidade Cenário 4, Comprimento médio de filas

Cenário: Interseção Isolada com semáforo - Volume 2-S

M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                  |         | 1      |         |       | 2      |         |       | 3      |         |       | 4          |         |       | 5      |         |        | 6          |         |        |
|----------------------------------|---------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|------------|---------|-------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                             | default | var 1  | default | var 2 | var 3  | default | var 4 | var 5  | default | var 6 | var 7      | default | var 8 | var 9  | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                     | s       | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | n          | s       | s     | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smimov                | s       | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s          | s       | s     | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                 | s       | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s          | s       | n     | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                 | s       | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | n          | s       | n     | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Normal ?                         | sim     | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | não        | sim     | não   | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| umpre com o teste de normalidade |         | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | não normal |         |       | normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                  |        | 7       |        |        | 8          |        |        | 9          |        |        | 10         |        |        | 11         |        |        | 12         |        |  |
|----------------------------------|--------|---------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--|
| Test                             | var 13 | default | var 14 | var 15 | default    | var 16 | var 17 | default    | var 18 | var 19 | default    | var 20 | var 21 | default    | var 22 | var 23 | default    | var 24 |  |
| Shapiro-wilk                     | s      | s       | s      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s          | s      |  |
| Kolmogorov-Smimov                | s      | s       | s      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | n      | s          | n      | n      | s          | s      | s      | s          | s      |  |
| Cramer-von Mises                 | s      | s       | s      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | n      | s          | n      | n      | s          | s      | s      | s          | n      |  |
| Anderson-Darling                 | s      | s       | s      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | n      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | n      |  |
| Normal ?                         | sim    | sim     | sim    | sim    | sim        | sim    | não    | sim        | não    | não    | sim        | não    | não    | sim        | não    | sim    | sim        | não    |  |
| umpre com o teste de normalidade |        | normal  |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |  |

| No.de parâmetro                  |        | 13         |        |        | 14         |        |        | 15         |        |        | 16         |        |        | 17         |        |        | 18         |        |  |
|----------------------------------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--|
| Test                             | var 25 | default    | var 26 | var 27 | default    | var 28 | var 29 | default    | var 30 | var 31 | default    | var 32 | var 33 | default    | var 34 | var 35 | default    | var 36 |  |
| Shapiro-wilk                     | n      | s          | n      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | n      |  |
| Kolmogorov-Smimov                | s      | s          | s      | s      | s          | s      | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s          | s      | n      | s          | s      |  |
| Cramer-von Mises                 | s      | s          | n      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s          | s      | s      | s          | n      |  |
| Anderson-Darling                 | n      | s          | n      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s          | n      |  |
| Normal ?                         | não    | sim        | não    | sim    | sim        | não    | não    | sim        | não    | sim    | sim        | não    | sim    | sim        | não    | sim    | sim        | não    |  |
| umpre com o teste de normalidade |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |  |

| No.de parâmetro                  |        | 19         |        |        | 20         |        |        | 21         |        |        | 22         |        |        | 23         |        |        | 24      |        |  |
|----------------------------------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|---------|--------|--|
| Test                             | var 37 | default    | var 38 | var 39 | default    | var 40 | var 41 | default    | var 42 | var 43 | default    | var 44 | var 45 | default    | var 46 | var 47 | default | var 48 |  |
| Shapiro-wilk                     | n      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | s      | n      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s       | n      |  |
| Kolmogorov-Smimov                | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s       | s      |  |
| Cramer-von Mises                 | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s       | s      |  |
| Anderson-Darling                 | n      | s          | n      | s      | s          | n      | s      | s          | s      | n      | s          | n      | n      | s          | n      | s      | s       | s      |  |
| Normal ?                         | não    | sim        | não    | sim    | sim        | não    | sim    | sim        | não    | não    | sim        | não    | não    | sim        | não    | sim    | sim     | sim    |  |
| umpre com o teste de normalidade |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | não normal |        |        | normal  |        |  |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-7: Resultados análise de normalidade Cenário 5, Tempo médio de atraso

**Cenário:** Rede 121 sem Semáforo - volume 1

**M. de Desempenho:** Tempo médio de atraso

| No.de parâmetro                    | 1          |         |        | 2          |         |        | 3          |         |        | 4          |         |        | 5          |         |        | 6          |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 1      | default | var 2  | var 3      | default | var 4  | var 5      | default | var 6  | var 7      | default | var 8  | var 9      | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | n          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | n          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | n          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | não        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                    | 7          |         |        | 8          |         |        | 9          |         |        | 10         |         |        | 11         |         |        | 12         |         |        |
| Test                               | var 13     | default | var 14 | var 15     | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21     | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      |
| Anderson-Darling                   | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | não        | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 13         |         |        | 14         |         |        | 15         |         |        | 16         |         |        | 17         |         |        | 18         |         |        |
| Test                               | var 25     | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | n          | s       | s      | n          | s       | n      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | n          | s       | s      | s          | s       | n      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                   | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 19         |         |        | 20         |         |        | 21         |         |        | 22         |         |        | 23         |         |        | 24         |         |        |
| Test                               | var 37     | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43     | default | var 44 | var 45     | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s          | s       | s      | n          | s       | n      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | não    | não        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal     |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        |

**legenda:**

n = não  
s = sim

Tabela E- 8: Resultados análise de normalidade Cenário 5, Comprimento médio de filas

Cenário: Rede 121 sem Semáforo - volume 1

M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                   | 1          |         |        | 2          |         |        | 3          |         |        | 4          |         |        | 5          |         |        | 6          |         |        |
|-----------------------------------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                              | var 1      | default | var 2  | var 3      | default | var 4  | var 5      | default | var 6  | var 7      | default | var 8  | var 9      | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                      | n          | s       | n      | n          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | n          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | n          | s       | n      | n          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | n          | s       | n      | n          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | não        | sim     | não    | não        | sim     | sim    | não        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                   | 7          |         |        | 8          |         |        | 9          |         |        | 10         |         |        | 11         |         |        | 12         |         |        |
| Test                              | var 13     | default | var 14 | var 15     | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21     | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                      | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                  | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | n      |
| Anderson-Darling                  | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                   | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | não        | sim     | não    |
| cumpre com o teste de normalidade | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                   | 13         |         |        | 14         |         |        | 15         |         |        | 16         |         |        | 17         |         |        | 18         |         |        |
| Test                              | var 25     | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                      | n          | s       | s      | s          | s       | n      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                  | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | n      |
| Anderson-Darling                  | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                   | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | não    |
| cumpre com o teste de normalidade | não normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                   | 19         |         |        | 20         |         |        | 21         |         |        | 22         |         |        | 23         |         |        | 24         |         |        |
| Test                              | var 37     | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43     | default | var 44 | var 45     | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s          | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | não    | não        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal     |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-9: Resultados análise de normalidade Cenário 6, Tempo médio de atraso

Cenário: Rede 121 com Semáforo - volume 1

M. de Desempenho: Tempo médio de atraso

| No.de parâmetro                    | 1      |         |        | 2          |         |        | 3          |         |        | 4      |         |        | 5      |         |        | 6      |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                               | var 1  | default | var 2  | var 3      | default | var 4  | var 5      | default | var 6  | var 7  | default | var 8  | var 9  | default | var 10 | var 11 | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | n      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 7      |         |        | 8          |         |        | 9          |         |        | 10     |         |        | 11     |         |        | 12     |         |        |
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15     | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23 | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 13     |         |        | 14         |         |        | 15         |         |        | 16     |         |        | 17     |         |        | 18     |         |        |
| Test                               | var 25 | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s      | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 19     |         |        | 20         |         |        | 21         |         |        | 22     |         |        | 23     |         |        | 24     |         |        |
| Test                               | var 37 | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47 | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |

legenda:

n = não

s = sim

Tabela E-10: Resultados análise de normalidade Cenário 6, Comprimento médio de filas

Cenário: Rede 121 com Semáforo - volume 1

M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                    | 1      |         |        | 2          |         |        | 3      |         |        | 4          |         |        | 5      |         |        | 6      |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                               | var 1  | default | var 2  | var 3      | default | var 4  | var 5  | default | var 6  | var 7      | default | var 8  | var 9  | default | var 10 | var 11 | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | n      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 7      |         |        | 8          |         |        | 9      |         |        | 10         |         |        | 11     |         |        | 12     |         |        |
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15     | default | var 16 | var 17 | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23 | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 13     |         |        | 14         |         |        | 15     |         |        | 16         |         |        | 17     |         |        | 18     |         |        |
| Test                               | var 25 | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | n      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 19     |         |        | 20         |         |        | 21     |         |        | 22         |         |        | 23     |         |        | 24     |         |        |
| Test                               | var 37 | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41 | default | var 42 | var 43     | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47 | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | n      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-11: Resultados análise de normalidade Cenário 7, Tempo médio de atraso

Cenário: Rede 121 sem Semáforo - volume 2

M. de Desempenho: Tempo médio de atraso

| No.de parâmetro                    | 1      |         |        | 2          |         |        | 3          |         |        | 4          |         |        | 5      |         |        | 6          |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 1  | default | var 2  | var 3      | default | var 4  | var 5      | default | var 6  | var 7      | default | var 8  | var 9  | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | n      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | n      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 7      |         |        | 8          |         |        | 9          |         |        | 10         |         |        | 11     |         |        | 12         |         |        |
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15     | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                    | 13     |         |        | 14         |         |        | 15         |         |        | 16         |         |        | 17     |         |        | 18         |         |        |
| Test                               | var 25 | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                    | 19     |         |        | 20         |         |        | 21         |         |        | 22         |         |        | 23     |         |        | 24         |         |        |
| Test                               | var 37 | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43     | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-12: Resultados análise de normalidade Cenário 7, Comprimento médio de filas

Cenário: Rede 121 sem Semáforo - volume 2

M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                   | 1      |         |        | 2          |         |        | 3          |         |        | 4          |         |        | 5      |         |        | 6          |         |        |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                              | var 1  | default | var 2  | var 3      | default | var 4  | var 5      | default | var 6  | var 7      | default | var 8  | var 9  | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | não    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                   | 7      |         |        | 8          |         |        | 9          |         |        | 10         |         |        | 11     |         |        | 12         |         |        |
| Test                              | var 13 | default | var 14 | var 15     | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | n      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                   | 13     |         |        | 14         |         |        | 15         |         |        | 16         |         |        | 17     |         |        | 18         |         |        |
| Test                              | var 25 | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                   | 19     |         |        | 20         |         |        | 21         |         |        | 22         |         |        | 23     |         |        | 24         |         |        |
| Test                              | var 37 | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43     | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | não    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-13: Resultados análise de normalidade Cenário 8, Tempo médio de atraso

Cenário: Rede 121 com Semáforo - volume 2

M. de Desempenho: Tempo médio de atraso

| No.de parâmetro                    | 1      |         |        | 2      |         |        | 3          |         |        | 4          |         |        | 5          |         |        | 6          |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 1  | default | var 2  | var 3  | default | var 4  | var 5      | default | var 6  | var 7      | default | var 8  | var 9      | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                    | 7      |         |        | 8      |         |        | 9          |         |        | 10         |         |        | 11         |         |        | 12         |         |        |
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21     | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                    | 13     |         |        | 14     |         |        | 15         |         |        | 16         |         |        | 17         |         |        | 18         |         |        |
| Test                               | var 25 | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 19     |         |        | 20     |         |        | 21         |         |        | 22         |         |        | 23         |         |        | 24         |         |        |
| Test                               | var 37 | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43     | default | var 44 | var 45     | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | n          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | n          | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-14: Resultados análise de normalidade Cenário 8, Comprimento médio de filas

**Cenário:** Rede 121 com Semáforo - volume 2

**M. de Desempenho:** Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                   | 1      |         |        | 2          |         |        | 3          |         |        | 4      |         |        | 5      |         |        | 6          |         |        |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                              | var 1  | default | var 2  | var 3      | default | var 4  | var 5      | default | var 6  | var 7  | default | var 8  | var 9  | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                   | 7      |         |        | 8          |         |        | 9          |         |        | 10     |         |        | 11     |         |        | 12         |         |        |
| Test                              | var 13 | default | var 14 | var 15     | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                   | 13     |         |        | 14         |         |        | 15         |         |        | 16     |         |        | 17     |         |        | 18         |         |        |
| Test                              | var 25 | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                   | 19     |         |        | 20         |         |        | 21         |         |        | 22     |         |        | 23     |         |        | 24         |         |        |
| Test                              | var 37 | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        |

**legenda:**

n = não  
s = sim

Tabela E-15: Resultados análise de normalidade Cenário 9, Tempo médio de atraso

Cenário: Rede 131 sem Semáforo - volume 1

M. de Desempenho: Tempo médio de atraso

| No.de parâmetro                    | 1          |         |       | 2      |         |       | 3      |         |       | 4      |         |       | 5          |         |        | 6          |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 1      | default | var 2 | var 3  | default | var 4 | var 5  | default | var 6 | var 7  | default | var 8 | var 9      | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | n          | n       | n     | s      | n       | s     | n      | n       | s     | s      | n       | n     | n          | n       | s      | n          | n       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s          | s       | n     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | n          | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s          | s       | n     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | n          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s          | s       | n     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | n          | s       | s      | n          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim        | sim     | não   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | não        | sim     | sim    | não        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | não normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 7          |         |        | 8      |         |        | 9      |         |        | 10     |         |        | 11     |         |        | 12         |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 13     | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17 | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | n          | n       | n      | s      | n       | n      | s      | n       | s      | n      | n       | s      | s      | n       | s      | n          | n       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | não        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 13     |         |        | 14         |         |        | 15     |         |        | 16     |         |        | 17         |         |        | 18     |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                               | var 25 | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | s      | n       | s      | n          | n       | s      | s      | n       | s      | s      | n       | s      | s          | n       | n      | s      | n       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 19         |         |        | 20     |         |        | 21         |         |        | 22     |         |        | 23     |         |        | 24         |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 37     | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | n          | n       | s      | s      | n       | s      | n          | n       | n      | s      | n       | s      | s      | n       | s      | s          | n       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | n          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | n          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                   | n          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | não        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-16: Resultados análise de normalidade Cenário 9, Comprimento médio de filas

Cenário: Rede 131 sem Semáforo - volume 1

M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                    | 1          |         |       | 2          |         |       | 3          |         |       | 4          |         |       | 5          |         |        | 6          |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|-------|------------|---------|-------|------------|---------|-------|------------|---------|-------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 1      | default | var 2 | var 3      | default | var 4 | var 5      | default | var 6 | var 7      | default | var 8 | var 9      | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | n          | n       | n     | s          | n       | s     | n          | n       | s     | s          | n       | n     | n          | n       | s      | n          | n       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s          | s       | n     | s          | s       | s     | n          | s       | s     | s          | s       | s     | n          | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s          | n       | n     | s          | n       | n     | s          | n       | s     | s          | n       | s     | n          | n       | s      | n          | n       | s      |
| Anderson-Darling                   | s          | n       | n     | s          | n       | s     | n          | n       | s     | s          | n       | s     | n          | n       | s      | n          | n       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim        | não     | não   | sim        | não     | sim   | não        | não     | sim   | sim        | não     | sim   | não        | não     | sim    | não        | não     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |       | não normal |         |       | não normal |         |       | não normal |         |       | não normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 7          |         |        | 8          |         |        | 9          |         |        | 10         |         |        | 11         |         |        | 12         |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 13     | default | var 14 | var 15     | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21     | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | s          | n       | n      | s          | n       | n      | s          | n       | n      | s          | n       | n      | s          | n       | s      | n          | n       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | n          | n       | n      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | n          | n       | s      |
| Anderson-Darling                   | s          | n       | n      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | n          | n       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | não        | não     | não    | sim        | não     | sim    | sim        | não     | sim    | sim        | não     | sim    | sim        | não     | sim    | não        | não     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 13         |         |        | 14         |         |        | 15         |         |        | 16         |         |        | 17         |         |        | 18         |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 25     | default | var 26 | var 27     | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | s          | n       | s      | n          | n       | s      | s          | n       | s      | n          | n       | s      | s          | n       | n      | s          | n       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | s          | n       | s      | n          | n       | s      | s          | n       | s      | n          | n       | s      | s          | n       | n      | s          | n       | n      |
| Anderson-Darling                   | s          | n       | s      | n          | n       | s      | s          | n       | s      | n          | n       | s      | s          | n       | n      | s          | n       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim        | não     | sim    | não        | não     | sim    | sim        | não     | sim    | não        | não     | sim    | sim        | não     | não    | sim        | não     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 19         |         |        | 20         |         |        | 21         |         |        | 22         |         |        | 23         |         |        | 24         |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 37     | default | var 38 | var 39     | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43     | default | var 44 | var 45     | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | n          | n       | s      | n          | n       | s      | n          | n       | n      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | n          | n       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | n          | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | n          | n       | s      | s          | n       | s      | n          | n       | n      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | s          | n       | s      |
| Anderson-Darling                   | n          | n       | s      | s          | n       | s      | n          | n       | n      | s          | n       | s      | s          | n       | s      | s          | n       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | não        | não     | sim    | sim        | não     | sim    | não        | não     | não    | sim        | não     | sim    | sim        | não     | sim    | sim        | não     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-17: Resultados análise de normalidade Cenário 10, Tempo médio de atraso

Cenário: Rede 131 com Semáforo - volume 1

M. de Desempenho: Tempo médio de atraso

| No.de parâmetro                    | 1      |         |        | 2      |         |        | 3      |         |        | 4      |         |        | 5          |         |        | 6          |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 1  | default | var 2  | var 3  | default | var 4  | var 5  | default | var 6  | var 7  | default | var 8  | var 9      | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                    | 7      |         |        | 8      |         |        | 9      |         |        | 10     |         |        | 11         |         |        | 12         |         |        |
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17 | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21     | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n      | s       | s      | n      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                    | 13     |         |        | 14     |         |        | 15     |         |        | 16     |         |        | 17         |         |        | 18         |         |        |
| Test                               | var 25 | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                    | 19     |         |        | 20     |         |        | 21     |         |        | 22     |         |        | 23         |         |        | 24         |         |        |
| Test                               | var 37 | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41 | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45     | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | n      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-18: Resultados análise de normalidade Cenário 10, Comprimento médio de filas

Cenário: Rede 131 com Semáforo - volume 1

M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                   | 1      |         |        | 2      |         |        | 3      |         |        | 4          |         |        | 5          |         |        | 6          |         |        |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                              | var 1  | default | var 2  | var 3  | default | var 4  | var 5  | default | var 6  | var 7      | default | var 8  | var 9      | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | não normal |         |        |
| No.de parâmetro                   | 7      |         |        | 8      |         |        | 9      |         |        | 10         |         |        | 11         |         |        | 12         |         |        |
| Test                              | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17 | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21     | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                      | n      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | n          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                   | 13     |         |        | 14     |         |        | 15     |         |        | 16         |         |        | 17         |         |        | 18         |         |        |
| Test                              | var 25 | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    | sim        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        | normal     |         |        |
| No.de parâmetro                   | 19     |         |        | 20     |         |        | 21     |         |        | 22         |         |        | 23         |         |        | 24         |         |        |
| Test                              | var 37 | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41 | default | var 42 | var 43     | default | var 44 | var 45     | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s          | s       | n      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | não    | sim        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal     |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-19: Resultados análise de normalidade Cenário 11, Tempo médio de atraso

Cenário: Rede 131 sem Semáforo - volume 2

M. de Desempenho: Tempo médio de atraso

| No.de parâmetro                    | 1      |         |       | 2      |         |       | 3      |         |       | 4      |         |       | 5      |         |        | 6          |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 1  | default | var 2 | var 3  | default | var 4 | var 5  | default | var 6 | var 7  | default | var 8 | var 9  | default | var 10 | var 11     | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | n      | s       | s      | s          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s          | s       | n      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | n          | s       | n      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | não    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 7      |         |        | 8      |         |        | 9          |         |        | 10         |         |        | 11     |         |        | 12     |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17     | default | var 18 | var 19     | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23 | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | não    | não        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 13     |         |        | 14     |         |        | 15     |         |        | 16     |         |        | 17     |         |        | 18         |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 25 | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33 | default | var 34 | var 35     | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 19     |         |        | 20     |         |        | 21     |         |        | 22     |         |        | 23     |         |        | 24         |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 37 | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41 | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47     | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | n      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-20: Resultados análise de normalidade Cenário 11, Comprimento médio de filas

Cenário: Rede 131 sem Semáforo - volume 2

M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                   |            | 1          |            |            | 2          |            |            | 3          |            |            | 4          |            |            | 5          |            |            | 6          |            |            |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Test                              | default    | var 1      | default    | var 2      | var 3      | default    | var 4      | var 5      | default    | var 6      | var 7      | default    | var 8      | var 9      | default    | var 10     | var 11     | default    | var 12     |
| Shapiro-wilk                      | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          |
| Kolmogorov-Smirnov                | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          |
| Cramer-von Mises                  | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          |
| Anderson-Darling                  | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          |
| <b>Normal ?</b>                   | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>não</b> |
| cumpre com o teste de normalidade |            | normal     |            |            | normal     |            |            | normal     |            |            | normal     |            |            | normal     |            |            | não normal |            |            |

| No.de parâmetro                   |            | 7          |            |            | 8          |            |            | 9          |            |            | 10         |            |            | 11         |            |            | 12         |            |            |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Test                              |            | var 13     | default    | var 14     | var 15     | default    | var 16     | var 17     | default    | var 18     | var 19     | default    | var 20     | var 21     | default    | var 22     | var 23     | default    | var 24     |
| Shapiro-wilk                      |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | n          | s          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | s          |
| Kolmogorov-Smirnov                |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | n          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          |
| Cramer-von Mises                  |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          |
| Anderson-Darling                  |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | n          | s          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | s          |
| <b>Normal ?</b>                   | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>não</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>não</b> | <b>sim</b> | <b>não</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> |
| cumpre com o teste de normalidade |            | normal     |            |            | normal     |            |            | não normal |            |            | não normal |            |            | normal     |            |            | normal     |            |            |

| No.de parâmetro                   |            | 13         |            |            | 14         |            |            | 15         |            |            | 16         |            |            | 17         |            |            | 18         |            |            |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Test                              |            | var 25     | default    | var 26     | var 27     | default    | var 28     | var 29     | default    | var 30     | var 31     | default    | var 32     | var 33     | default    | var 34     | var 35     | default    | var 36     |
| Shapiro-wilk                      |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          |
| Kolmogorov-Smirnov                |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          |
| Cramer-von Mises                  |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          |
| Anderson-Darling                  |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          |
| <b>Normal ?</b>                   | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>não</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>não</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> |
| cumpre com o teste de normalidade |            | normal     |            |            | normal     |            |            | não normal |            |            | normal     |            |            | normal     |            |            | não normal |            |            |

| No.de parâmetro                   |            | 19         |            |            | 20         |            |            | 21         |            |            | 22         |            |            | 23         |            |            | 24         |            |            |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Test                              |            | var 37     | default    | var 38     | var 39     | default    | var 40     | var 41     | default    | var 42     | var 43     | default    | var 44     | var 45     | default    | var 46     | var 47     | default    | var 48     |
| Shapiro-wilk                      |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | s          |
| Kolmogorov-Smirnov                |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          |
| Cramer-von Mises                  |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | s          |
| Anderson-Darling                  |            | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | s          | s          | s          | n          | s          | s          | s          |
| <b>Normal ?</b>                   | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>não</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>não</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> | <b>sim</b> |
| cumpre com o teste de normalidade |            | normal     |            |            | normal     |            |            | não normal |            |            | normal     |            |            | não normal |            |            | normal     |            |            |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-21: Resultados análise de normalidade Cenário 12, Tempo médio de atraso

| No.de parâmetro                   | 1          |         |       | 2      |         |       | 3      |         |       | 4      |         |       | 5      |         |        | 6      |         |        |
|-----------------------------------|------------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                              | var 1      | default | var 2 | var 3  | default | var 4 | var 5  | default | var 6 | var 7  | default | var 8 | var 9  | default | var 10 | var 11 | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                      | s          | s       | n     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s          | s       | n     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s          | s       | n     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s          | s       | n     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim        | sim     | não   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | não normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |        | normal |         |        |

| No.de parâmetro                   | 7      |         |        | 8      |         |        | 9      |         |        | 10     |         |        | 11         |         |        | 12         |         |        |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                              | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17 | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21     | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | n      | s          | s       | n      | n          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | n          | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | n          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | não        | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                   | 13         |         |        | 14     |         |        | 15     |         |        | 16         |         |        | 17         |         |        | 18     |         |        |
|-----------------------------------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                              | var 25     | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29 | default | var 30 | var 31     | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                      | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                  | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s          | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        |

| No.de parâmetro                   | 19     |         |        | 20     |         |        | 21     |         |        | 22     |         |        | 23     |         |        | 24     |         |        |
|-----------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                              | var 37 | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41 | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47 | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | n      |
| Cramer-von Mises                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                  | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                   | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumpre com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |

legenda:

n = não  
s = sim

Tabela E-22: Resultados análise de normalidade Cenário 12, Comprimento médio de filas

Cenário: Rede 131 com Semáforo - volume 2

M. de Desempenho: Comprimento médio de filas

| No.de parâmetro                    | 1      |         |       | 2      |         |       | 3      |         |       | 4      |         |       | 5      |         |        | 6      |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                               | var 1  | default | var 2 | var 3  | default | var 4 | var 5  | default | var 6 | var 7  | default | var 8 | var 9  | default | var 10 | var 11 | default | var 12 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s     | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim   | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |       | normal |         |        | normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 7      |         |        | 8      |         |        | 9      |         |        | 10     |         |        | 11     |         |        | 12         |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|
| Test                               | var 13 | default | var 14 | var 15 | default | var 16 | var 17 | default | var 18 | var 19 | default | var 20 | var 21 | default | var 22 | var 23     | default | var 24 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 13         |         |        | 14     |         |        | 15         |         |        | 16     |         |        | 17         |         |        | 18     |         |        |
|------------------------------------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                               | var 25     | default | var 26 | var 27 | default | var 28 | var 29     | default | var 30 | var 31 | default | var 32 | var 33     | default | var 34 | var 35 | default | var 36 |
| Shapiro-wilk                       | n          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | n          | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | n          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | n          | s       | s      | s      | s       | s      | n          | s       | n      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | não        | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | não        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | não normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        |

| No.de parâmetro                    | 19     |         |        | 20     |         |        | 21         |         |        | 22     |         |        | 23     |         |        | 24     |         |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Test                               | var 37 | default | var 38 | var 39 | default | var 40 | var 41     | default | var 42 | var 43 | default | var 44 | var 45 | default | var 46 | var 47 | default | var 48 |
| Shapiro-wilk                       | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Kolmogorov-Smirnov                 | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Cramer-von Mises                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| Anderson-Darling                   | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s          | s       | n      | s      | s       | s      | s      | s       | s      | s      | s       | s      |
| <b>Normal ?</b>                    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim        | sim     | não    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    | sim    | sim     | sim    |
| cumprir com o teste de normalidade | normal |         |        | normal |         |        | não normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        | normal |         |        |

Legenda:

n = não  
s = sim

**APÊNDICE F – RESULTADOS DO TESTE DE NORMALIDADE  
PARA AS REDES 121 E 131**

Tabela F-1: Resultados análise de variância Rede 121

| No.<br>Parâmetro | Medida de desempenho: <b>Tempo médio de atraso</b> |              |                      |              | Medida de desempenho: <b>Comprimento médio de filas</b> |              |                      |              |
|------------------|----------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|---------------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|
|                  | Tráfego com volume 1                               |              | Tráfego com volume 2 |              | Tráfego com volume 1                                    |              | Tráfego com volume 2 |              |
|                  | Sem semáforo                                       | Com semáforo | Sem semáforo         | Com semáforo | Sem semáforo                                            | Com semáforo | Sem semáforo         | Com semáforo |
| 1                | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 2                | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 3                | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 4                | n                                                  | NN           | n                    | NN           | n                                                       | NN           | NN                   | n            |
| 5                | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 6                | n                                                  | NN           | n                    | n            | n                                                       | NN           | n                    | n            |
| 7                | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 8                | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | NN           |
| 9                | n                                                  | n            | n                    | n            | n                                                       | n            | n                    | n            |
| 10               | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 11               | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 12               | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 13               | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 14               | n                                                  | NN           | NN                   | n            | n                                                       | NN           | NN                   | n            |
| 15               | NN                                                 | NN           | NN                   | NN           | NN                                                      | n            | n                    | NN           |
| 16               | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | NN                   | n            |
| 17               | n                                                  | n            | n                    | n            | n                                                       | n            | n                    | n            |
| 18               | NN                                                 | n            | n                    | NN           | NN                                                      | NN           | n                    | NN           |
| 19               | n                                                  | n            | n                    | n            | n                                                       | n            | n                    | n            |
| 20               | NN                                                 | n            | NN                   | n            | NN                                                      | NN           | n                    | NN           |
| 21               | NN                                                 | NN           | n                    | n            | NN                                                      | NN           | n                    | n            |
| 22               | n                                                  | n            | n                    | NN           | n                                                       | n            | n                    | n            |
| 23               | n                                                  | n            | n                    | NN           | n                                                       | n            | n                    | n            |
| 24               | n                                                  | NN           | n                    | n            | NN                                                      | NN           | n                    | n            |
| <b>legenda:</b>  |                                                    |              |                      |              |                                                         |              |                      |              |
| NN               | não normal                                         |              |                      |              |                                                         |              |                      |              |
| n                | normal                                             |              |                      |              |                                                         |              |                      |              |

Tabela F-2: Resultados análise de variância Rede 131

| No.<br>Parâmetro | Medida de desempenho: <b>Tempo médio de atraso</b> |              |                      |              | Medida de desempenho: <b>Comprimento médio de filas</b> |              |                      |              |
|------------------|----------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|---------------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|
|                  | Tráfego com volume 1                               |              | Tráfego com volume 2 |              | Tráfego com volume 1                                    |              | Tráfego com volume 2 |              |
|                  | Sem semáforo                                       | Com semáforo | Sem semáforo         | Com semáforo | Sem semáforo                                            | Com semáforo | Sem semáforo         | Com semáforo |
| 1                | NN                                                 | n            | n                    | NN           | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 2                | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 3                | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 4                | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 5                | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 6                | NN                                                 | NN           | NN                   | n            | NN                                                      | NN           | NN                   | n            |
| 7                | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 8                | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 9                | n                                                  | n            | NN                   | n            | NN                                                      | n            | NN                   | n            |
| 10               | n                                                  | n            | NN                   | n            | NN                                                      | n            | NN                   | n            |
| 11               | n                                                  | n            | n                    | NN           | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 12               | NN                                                 | n            | n                    | NN           | NN                                                      | n            | n                    | NN           |
| 13               | n                                                  | n            | n                    | NN           | NN                                                      | n            | n                    | NN           |
| 14               | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 15               | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | NN                   | NN           |
| 16               | n                                                  | n            | n                    | NN           | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 17               | NN                                                 | n            | n                    | NN           | NN                                                      | n            | n                    | NN           |
| 18               | n                                                  | n            | NN                   | n            | NN                                                      | n            | NN                   | n            |
| 19               | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 20               | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |
| 21               | NN                                                 | n            | n                    | n            | NN                                                      | n            | NN                   | NN           |
| 22               | n                                                  | n            | n                    | n            | NN                                                      | NN           | n                    | n            |
| 23               | n                                                  | NN           | n                    | n            | NN                                                      | NN           | NN                   | n            |
| 24               | NN                                                 | n            | NN                   | n            | NN                                                      | n            | n                    | n            |

**legenda**

NN não normal  
n normal

**APÊNDICE G – RESULTADOS DO TESTE DE ANÁLISE DE  
VARIANÇA PARA AS REDES 121 E 131**

Tabela G-1: Resultados análise de variância, Rede 121

| No.<br>Parâmetro | Medida de desempenho: Tempo médio de atraso |              |                      |              | Medida de desempenho: Comprimento médio de filas |              |                      |              |
|------------------|---------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|
|                  | Tráfego com volume 1                        |              | Tráfego com volume 2 |              | Tráfego com volume 1                             |              | Tráfego com volume 2 |              |
|                  | Sem semáforo                                | Com semáforo | Sem semáforo         | Com semáforo | Sem semáforo                                     | Com semáforo | Sem semáforo         | Com semáforo |
| 1                | -                                           | s            | s                    | n            | -                                                | s            | s                    | s            |
| 2                | s                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | s                    | s            |
| 3                | -                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | s                    | s            |
| 4                | s                                           | -            | s                    | -            | s                                                | -            | -                    | s            |
| 5                | -                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | s                    | s            |
| 6                | n                                           | -            | n                    | n            | n                                                | -            | n                    | n            |
| 7                | -                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | s                    | s            |
| 8                | -                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | s                    | -            |
| 9                | s                                           | s            | s                    | s            | s                                                | s            | s                    | s            |
| 10               | -                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | s                    | s            |
| 11               | -                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | s                    | s            |
| 12               | -                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | s                    | s            |
| 13               | -                                           | n            | s                    | n            | -                                                | n            | s                    | n            |
| 14               | s                                           | -            | -                    | s            | s                                                | -            | -                    | s            |
| 15               | -                                           | -            | -                    | -            | -                                                | s            | s                    | -            |
| 16               | s                                           | s            | s                    | s            | -                                                | s            | -                    | s            |
| 17               | s                                           | s            | s                    | s            | s                                                | s            | s                    | s            |
| 18               | -                                           | s            | s                    | -            | -                                                | -            | s                    | -            |
| 19               | s                                           | s            | s                    | s            | s                                                | s            | s                    | s            |
| 20               | -                                           | s            | -                    | s            | -                                                | -            | s                    | -            |
| 21               | -                                           | -            | s                    | s            | -                                                | -            | s                    | s            |
| 22               | s                                           | s            | s                    | -            | s                                                | s            | s                    | n            |
| 23               | s                                           | n            | s                    | -            | s                                                | n            | s                    | n            |
| 24               | n                                           | -            | s                    | s            | -                                                | -            | s                    | s            |

**legenda:**  
- não normal  
n variâncias não iguais  
s variâncias iguais

Tabela G-2: Resultados análise de variância, Rede 131

| No.<br>Parâmetro | Medida de desempenho: <b>Tempo médio de atraso</b> |              |                      |              | Medida de desempenho: <b>Comprimento médio de filas</b> |              |                      |              |
|------------------|----------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|---------------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------|
|                  | Tráfego com volume 1                               |              | Tráfego com volume 2 |              | Tráfego com volume 1                                    |              | Tráfego com volume 2 |              |
|                  | Sem semáforo                                       | Com semáforo | Sem semáforo         | Com semáforo | Sem semáforo                                            | Com semáforo | Sem semáforo         | Com semáforo |
| 1                | -                                                  | s            | s                    | -            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 2                | s                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 3                | s                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 4                | s                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 5                | -                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 6                | -                                                  | -            | -                    | n            | -                                                       | -            | -                    | n            |
| 7                | -                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | -            | s                    | s            |
| 8                | s                                                  | -            | n                    | s            | -                                                       | s            | n                    | s            |
| 9                | s                                                  | s            | -                    | s            | -                                                       | s            | -                    | -            |
| 10               | s                                                  | s            | -                    | s            | -                                                       | s            | -                    | s            |
| 11               | s                                                  | s            | s                    | -            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 12               | -                                                  | s            | s                    | -            | -                                                       | s            | s                    | -            |
| 13               | n                                                  | n            | s                    | -            | -                                                       | s            | s                    | -            |
| 14               | -                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 15               | s                                                  | n            | s                    | s            | -                                                       | s            | -                    | -            |
| 16               | s                                                  | s            | s                    | -            | -                                                       | n            | s                    | s            |
| 17               | -                                                  | s            | s                    | -            | -                                                       | s            | s                    | -            |
| 18               | s                                                  | s            | -                    | s            | -                                                       | s            | -                    | s            |
| 19               | -                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 20               | s                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 21               | -                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | -                    | -            |
| 22               | s                                                  | s            | s                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |
| 23               | s                                                  | -            | s                    | n            | -                                                       | -            | -                    | n            |
| 24               | -                                                  | s            | -                    | s            | -                                                       | s            | s                    | s            |

**legenda:**

- não normal  
n variâncias não iguais  
s variâncias iguais