

SISTEMA DE CONTROLE DE TRÁFEGO URBANO UTILIZANDO SISTEMA MULTI-AGENTES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno: Marcelo Schmitz
Orientador: Jomi Fred Hübner

Blumenau, julho/2002

Roteiro da Apresentação

- **Introdução**
- **Fundamentação Teórica**
- **Desenvolvimento do Trabalho**
- **Conclusão**

Motivação

A aplicação de tecnologias modernas de computadores para a resolução de problemas com **tráfego**, tem resultado uma maior mobilidade, segurança e qualidade do ar nas cidades, além do próprio aumento da produtividade.

Sobre a aplicação destas tecnologias denominadas *Intelligent Transportation Systems* (ITS), é possível dar um salto de qualidade no controle e gerência de trânsito e dos transportes.

Objetivos

Utilizar os conceitos de Sistema Multi-Agentes (SMA), para **gerenciar e controlar** o tráfego urbano através dos semáforos nos cruzamentos, desenvolvendo um conjunto de **agentes** representando os semáforos e um simulador de malha viária, no qual simulações das situações do mundo real poderão ser realizadas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- Trânsito
 - Vias de Circulação de Sentido Duplo
 - Vias de Circulação de Sentido Único
 - Vias de Fluxo Ininterrupto
 - Vias de Fluxo Interrompido
- Sinalização Semafórica
 - Tempos Semafóricos
- Sistemas Multi-Agentes
- KQML
 - Formato de Mensagem KQML
- SACI
 - Comunicação de Agentes
 - Anúncio das habilidades (Páginas Amarelas)

Trânsito

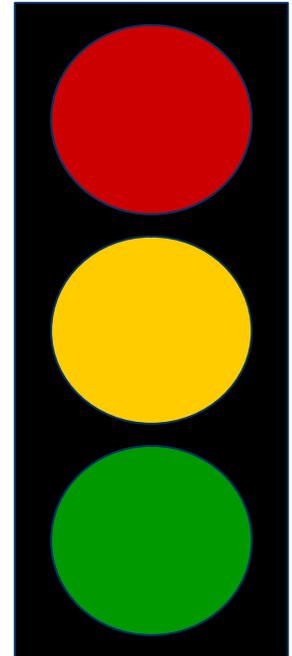
Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga (Lopes 1998).

- Circulação de Sentido Duplo
- Circulação de Sentido Único

- Fluxo Ininterrupto
- Fluxo Interrompido

Sinalização Semafórica

- Subsistema da Sinalização Viária
- Acionamento alternado ou intermitente
- Sinalização de Advertência
 - Advertir a existência de obstáculos
- Sinalização de Regulamentação
 - Função de controlar os deslocamentos



Tempos Semafóricos

- Tempo de Amarelo:
 - necessário por não ser possível parar instantaneamente um veículo
- Tempo de Vermelho de Segurança:
 - necessário para que o veículo ultrapasse o cruzamento;
- Tempo de Verde de Escoamento:
 - necessário para que a fila formada durante a fase vermelha possa escoar

Sistemas Multi-Agentes

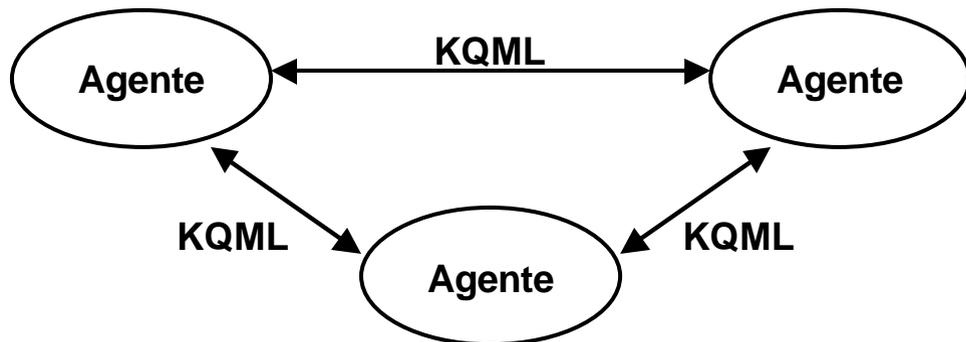
É uma abordagem para resolver problemas específicos **dividindo** o trabalho entre muitos **agentes** que cooperam **interagindo** e trocando conhecimentos sobre o problema e a solução.

(Weiss 1999, Meneses 2001)

Comunicação dos agentes está baseada na troca de mensagens definidas pela *Linguagem de Comunicação entre Agentes* (LCA).

KQML - *Knowledge Query and Manipulation Language*

É uma linguagem de **comunicação** para trocar informações e conhecimentos entre agentes, e caracteriza-se tanto por uma **formatação** de mensagens como por um **protocolo** para manipular essas mensagens que suportam em tempo de execução, o compartilhamento de conhecimento e informação.



Formato de Mensagem KQML

(ask-one

:language SQL

:ontology bovespa

:sender ag1

:receiver stock-server

:content “SELECT price
FROM stocktable
WHERE ent=Conectiva”)

} Camada de
Mensagem

} Camada de
Comunicação

} Camada de
Conteúdo

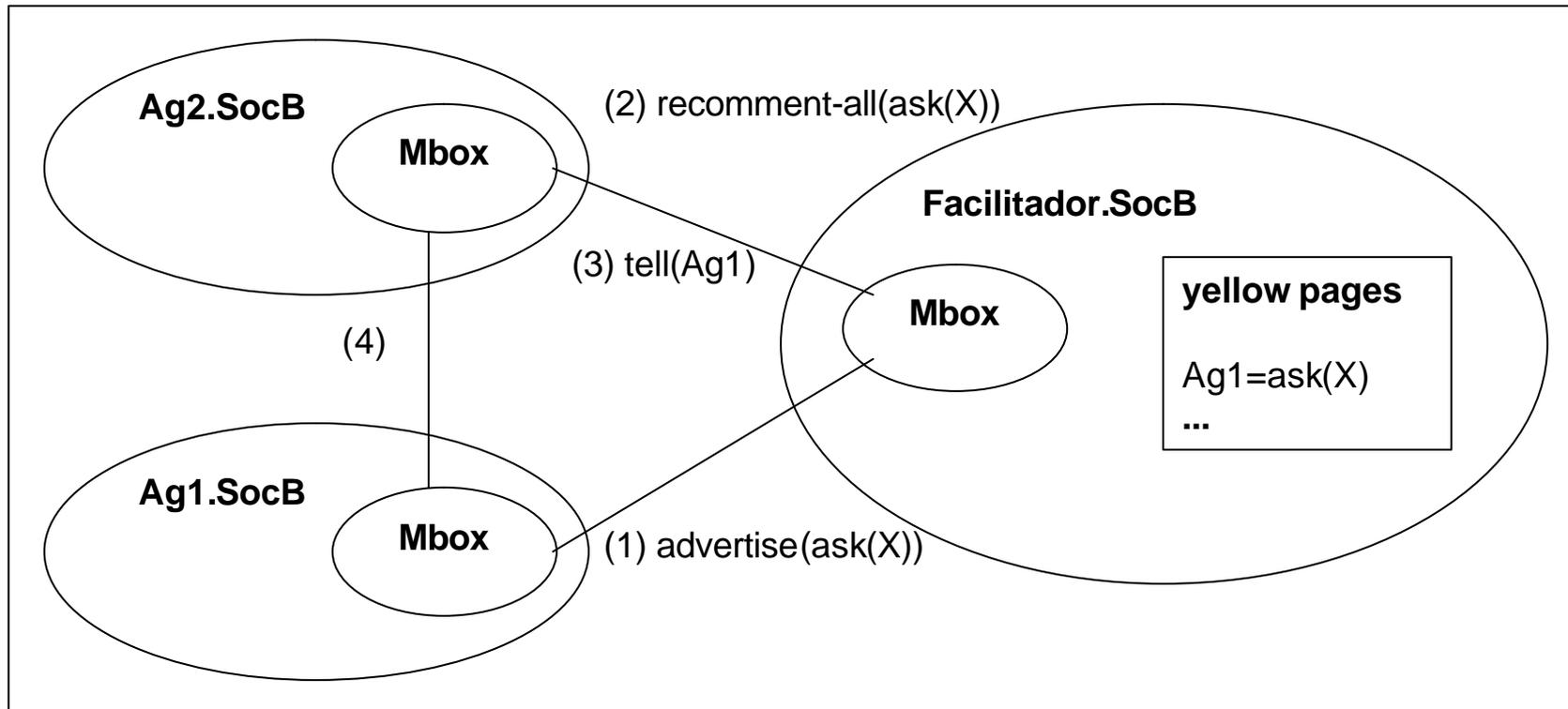
SACI - Simple Agent Communication Infrastructure

É uma ferramenta que torna a programação da comunicação entre os agentes **distribuídos** mais fácil, rápida e robusta (Hübner 2001).

Desenvolvida com base na especificação KQML, possui as seguintes características:

- Os agentes são identificados por um nome
- Um agente pode conhecer os outros por meio das páginas amarelas
- Os agentes podem ser iniciados remotamente

SACI – Páginas Amarelas



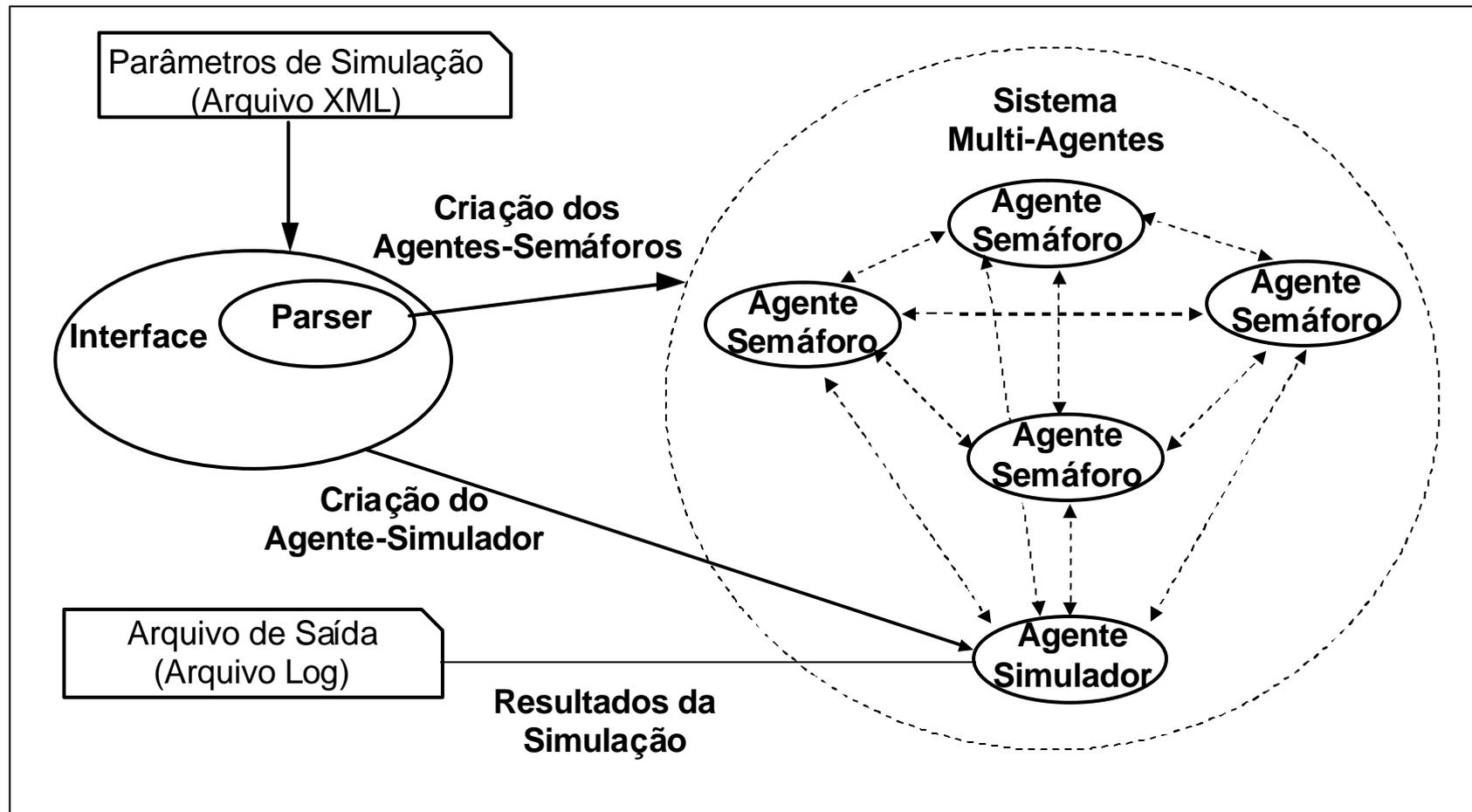
Desenvolvimento do Trabalho

- Requisitos a serem trabalhados
- Visão Geral
- Interface
- Protocolos de Comunicação
- Agente-Semáforo
 - Módulo de Memória
 - Módulo de Decisão
- Agente-Simulador

Requisitos a serem trabalhados

- Gerenciamento e controle de tráfego
- Cruzamentos em nível
- Vias de mão dupla
- Direito de passagem dos veículos em cruzamentos
(Objeto de Negociação)
- Simulação do mundo real

Visão Geral do Sistema



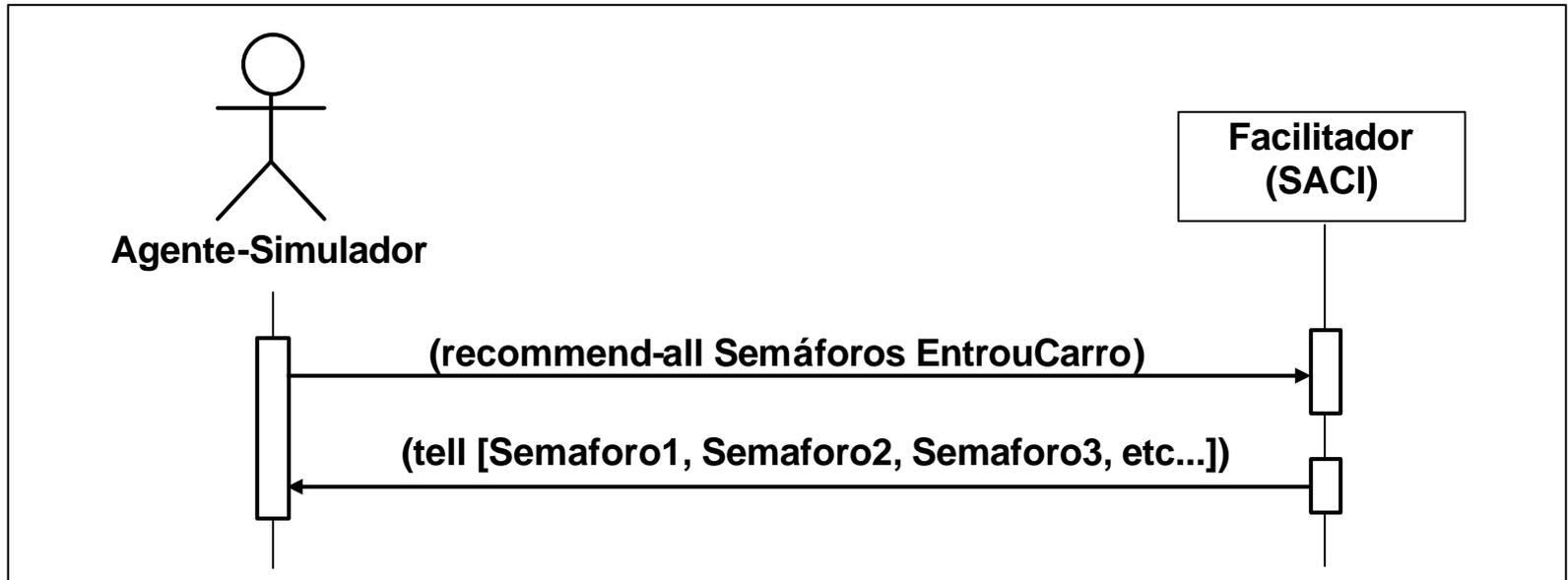
Interface

- Leitura dos parâmetros de simulação
- Criação dos agentes-semáforos
- Criação do agente-simulador

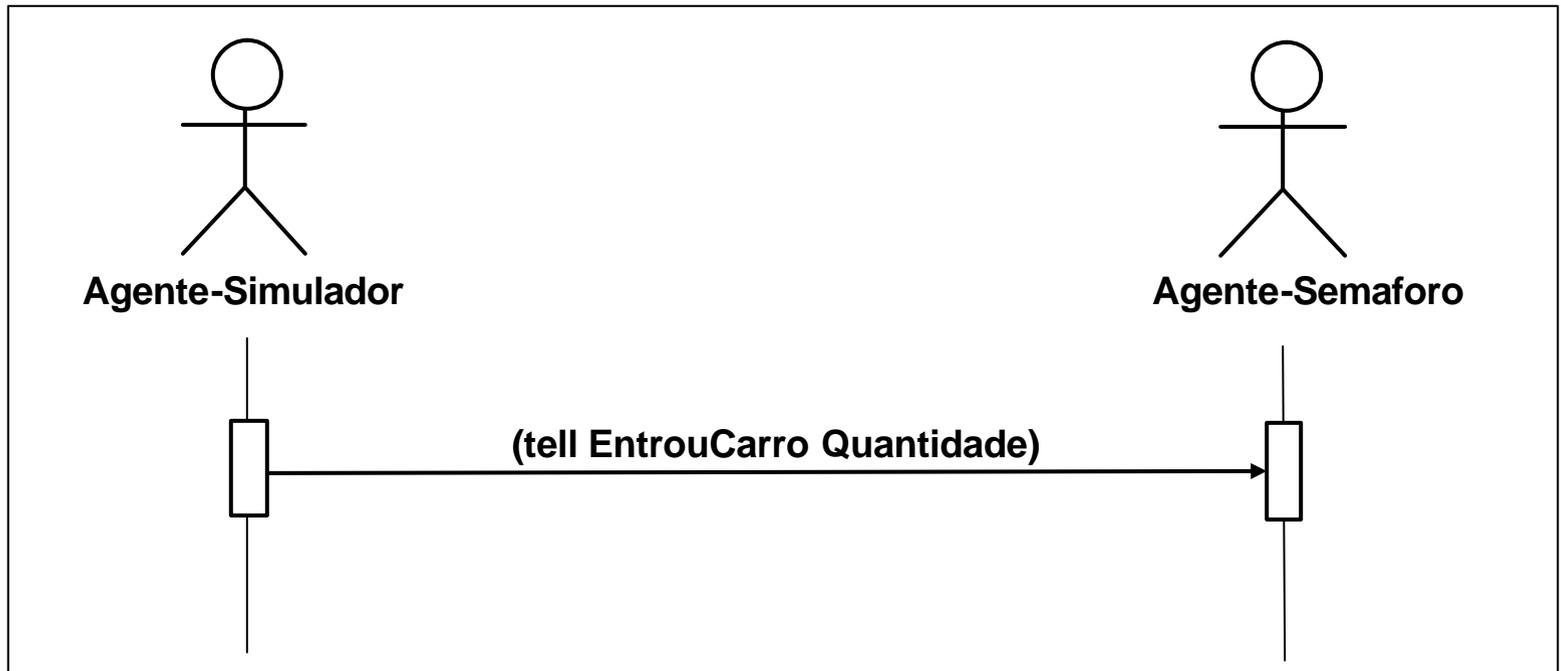
Protocolos de Comunicação

- Protocolos do Agente-Simulador
(Comunicação com origem no Simulador)
- Protocolos do Agente-Semáforo
(Comunicação com origem no Semáforo)

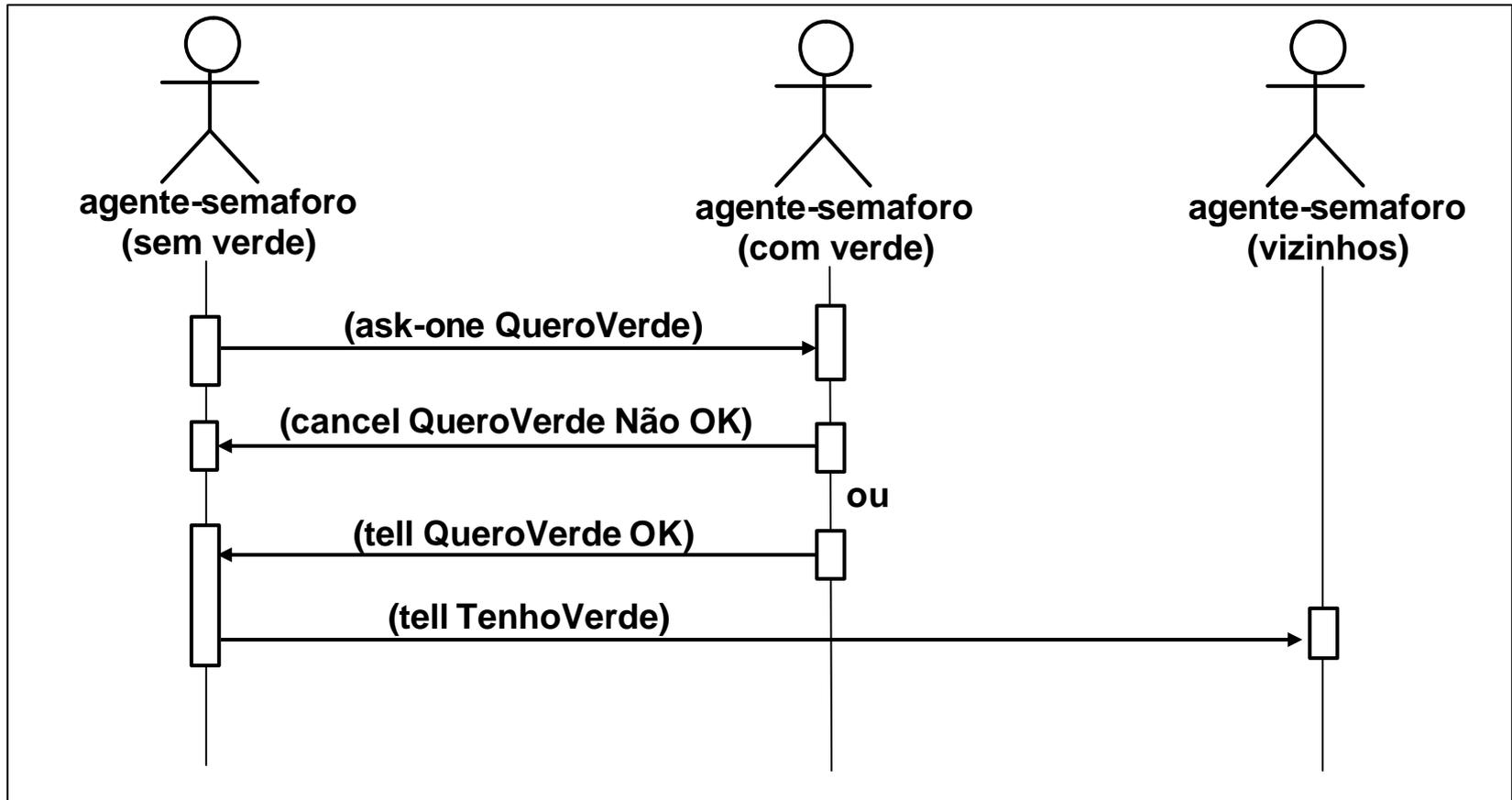
Solicitação da Listagem dos Agentes-Semáforos



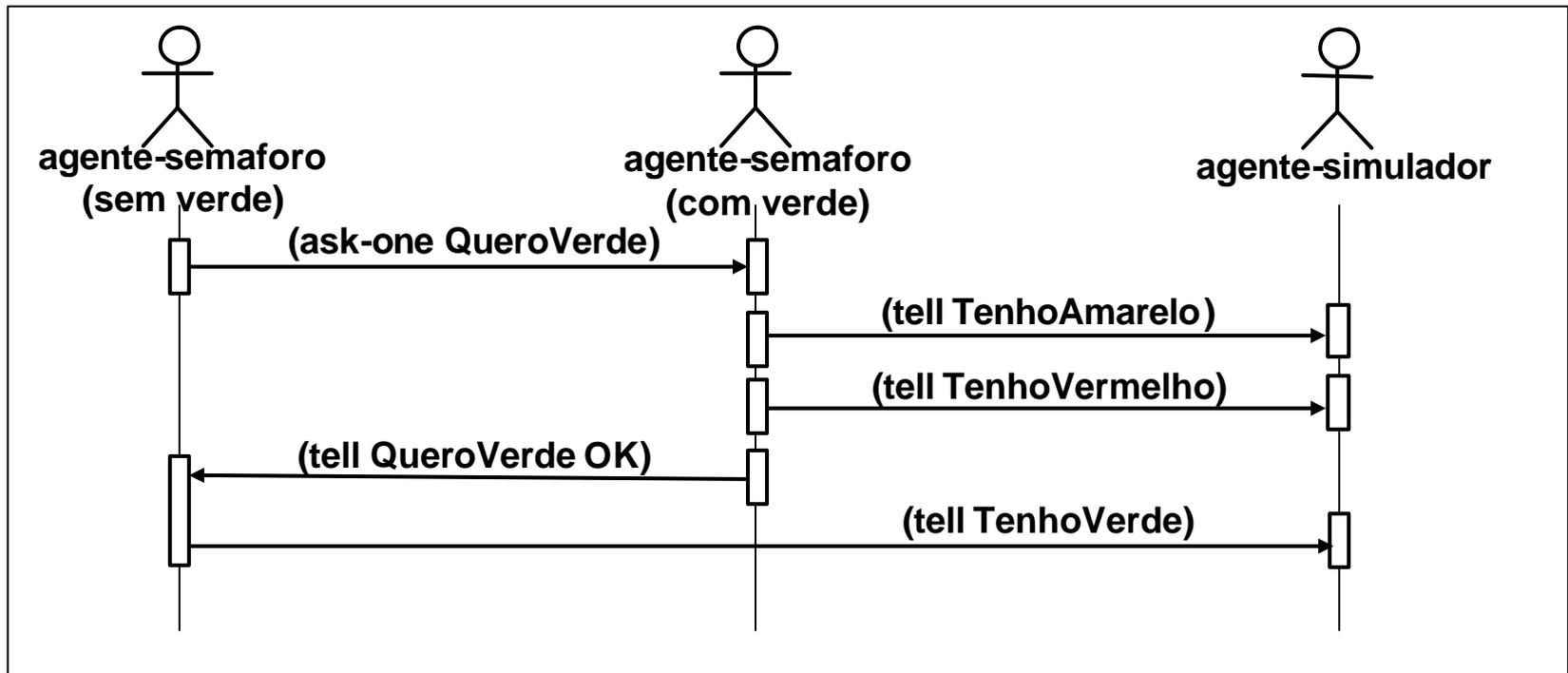
Aviso da Entrada de Carro na Via



Solicitação do Objeto de Negociação



Aviso ao Simulador do Estado do Semáforo



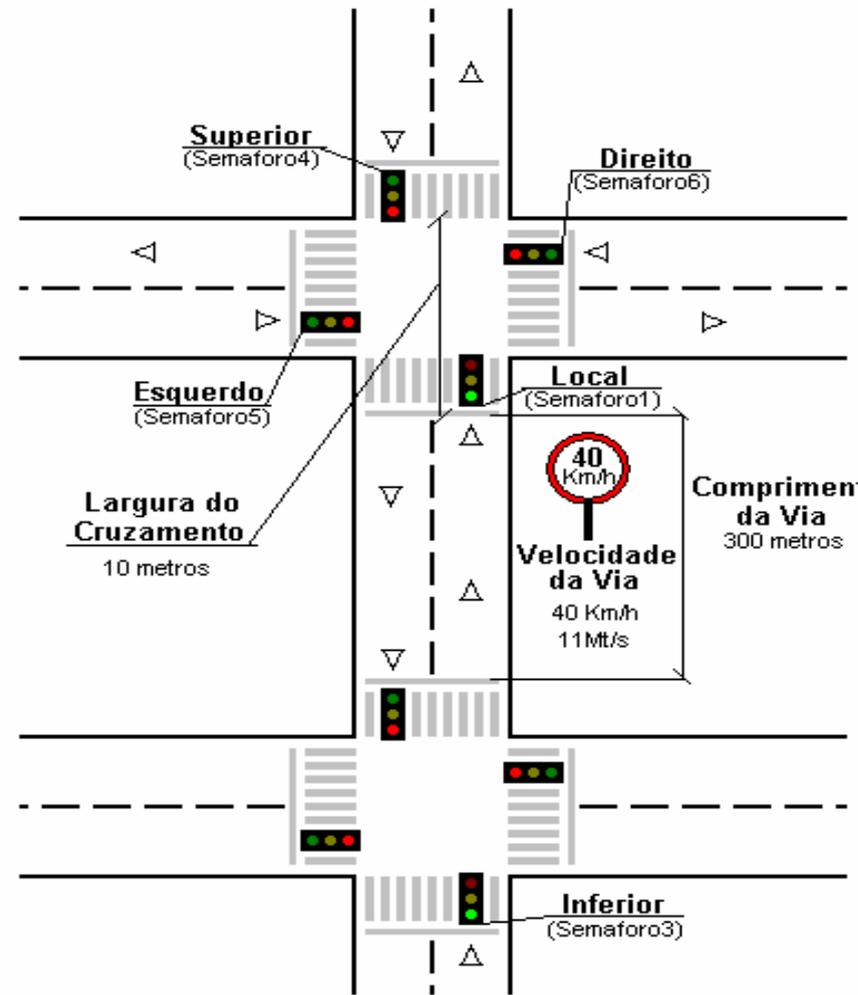
Agente-Semáforo

- Módulo de memória
 - Objeto de Negociação
 - Informações sobre Cruzamento e via
- Módulo de Decisão
 - Solicitação (Ação)
 - Responde (Reação)
- Módulo de Comunicação
 - Utilização dos Protocolos



Módulo de Memória

- Informações pré-estabelecidas que não sofrem alterações
- Informações sobre cruzamento que não sofrem alterações
- Informações alimentadas na criação que podem sofrer alterações



Módulo de Decisão

- Decisão Ativa (Enviar Mensagem)
 - Analisa as condições da via
 - Fator Ocupação
 - Fator de Paciência
- Decisão Reativa (Responder Mensagem)
 - Analisa o fator de escoamento
 - Entrada de carro na via

Agente-Simulador

- Tenta simular situações do mundo real
- Avisa os agentes-semáforos sobre a entrada de carros na via
- Recebe o estado dos semáforos
- Gera um arquivo com a mudança das fases dos semáforos

Conclusão

- Resultados
- Vantagens
- Desvantagens
- Trabalhos Futuros

Resultados

- Testes com 16 malhas viárias
- Contendo até 6 cruzamentos
- Valores variando de 1 a 4 (carros/segundo)

Pedidos	%	Negados	Fator Ocupação	Fator Paciência
Normais	82%	7%	69%	6%
Urgentes	18%	1%	8%	11%

Conclusão – SMA

Vantagens

- Desenvolvimento mais coerente com o mundo real
- Distribuição geográfica do sistema
- Controle Descentralizado

Desvantagens

- Agentes aguardam por respostas de agentes ocupados com alguma outra tarefa

Conclusão – SACI

Vantagens

- Simplicidade na comunicação e criação dos agentes

Desvantagens

- Envio de mensagens **multicast**

Conclusão – Estratégia de Decisão (Agentes-Semáforos)

Vantagens

- Não permitiu o comprometimento da capacidade das vias
- Tempo de espera dentro dos padrões permitidos

Desvantagens

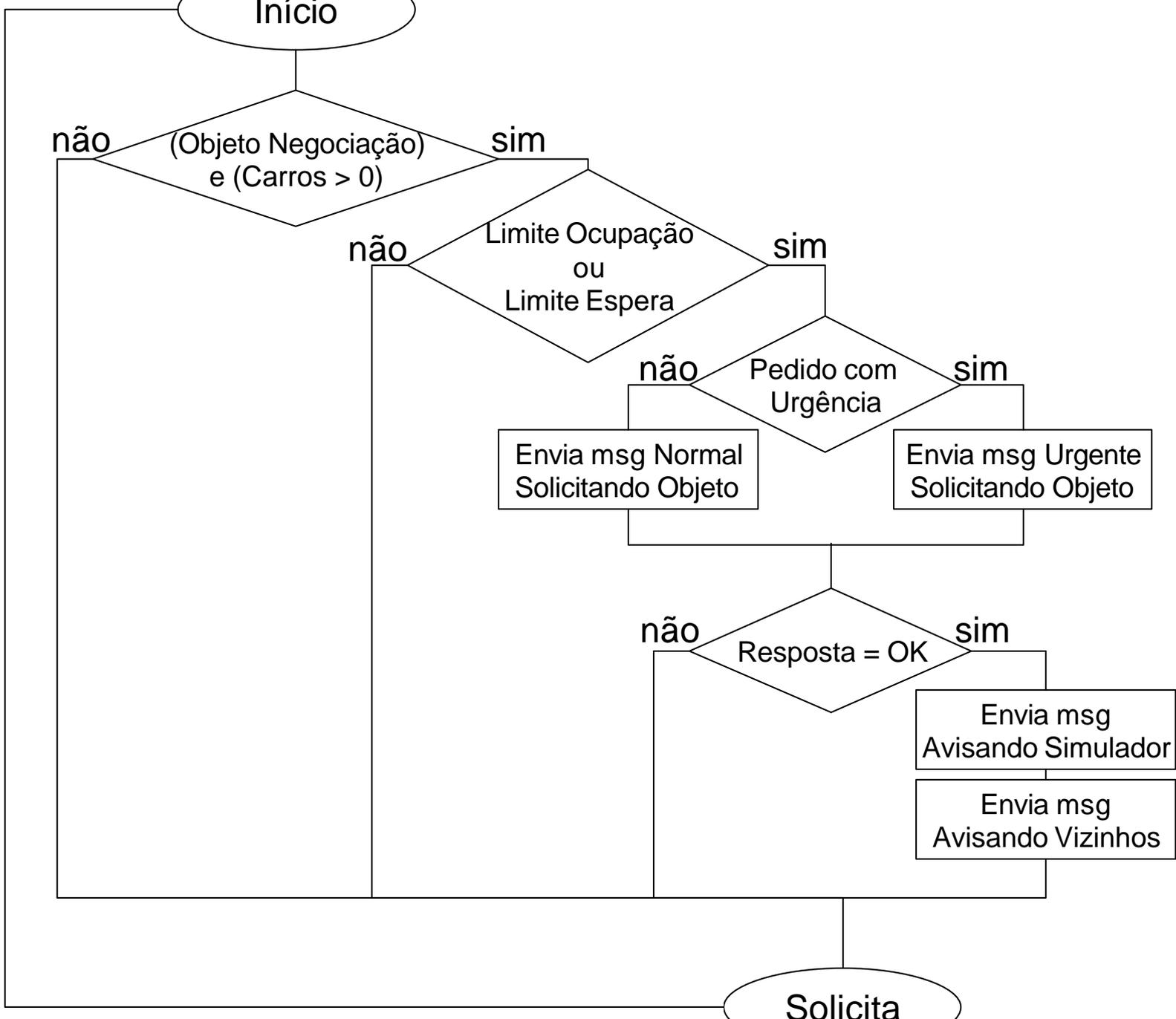
- Falta de sincronismo em semáforos em série
- Comprometimento do tempo de espera em vias extensas

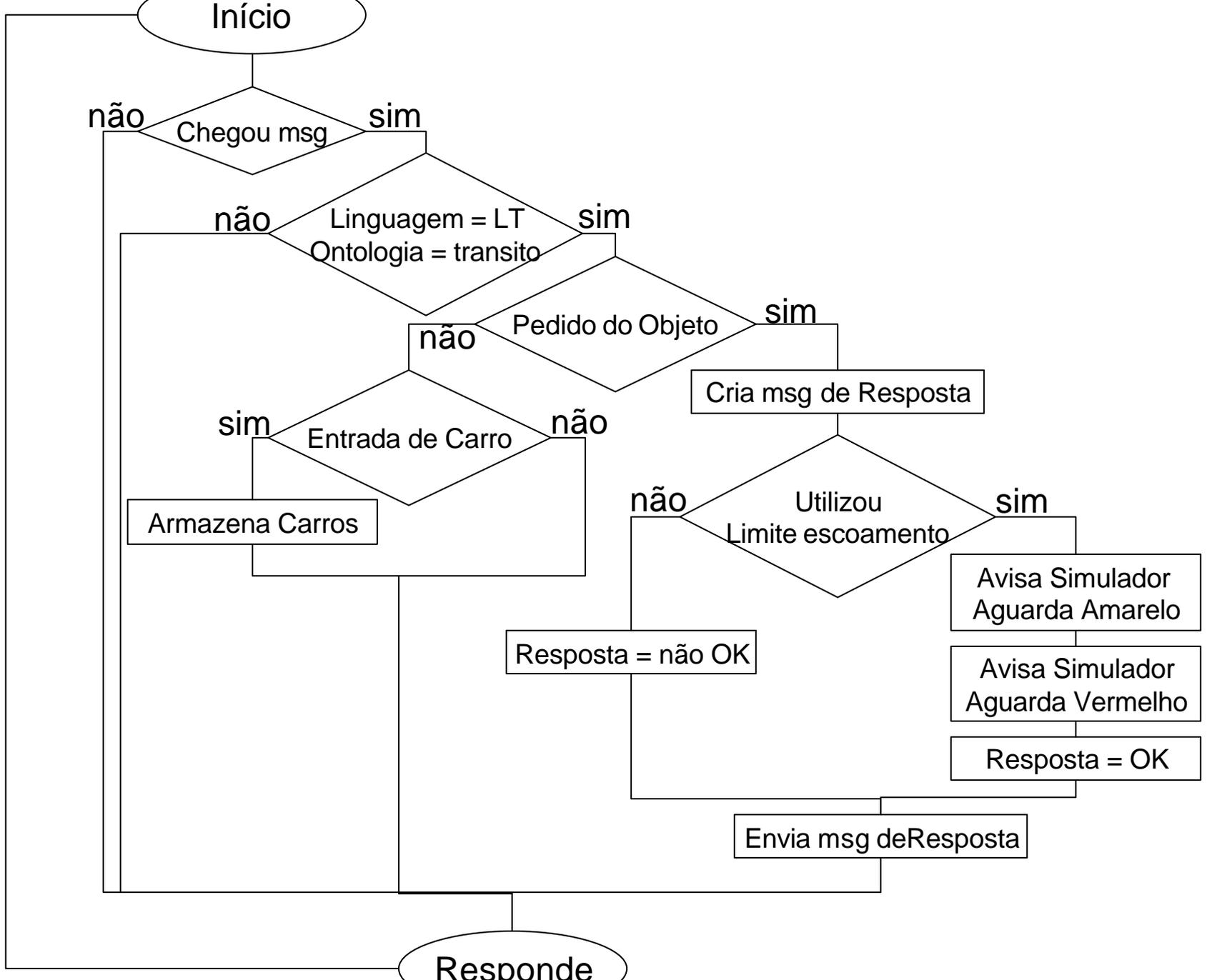
Trabalhos Futuros

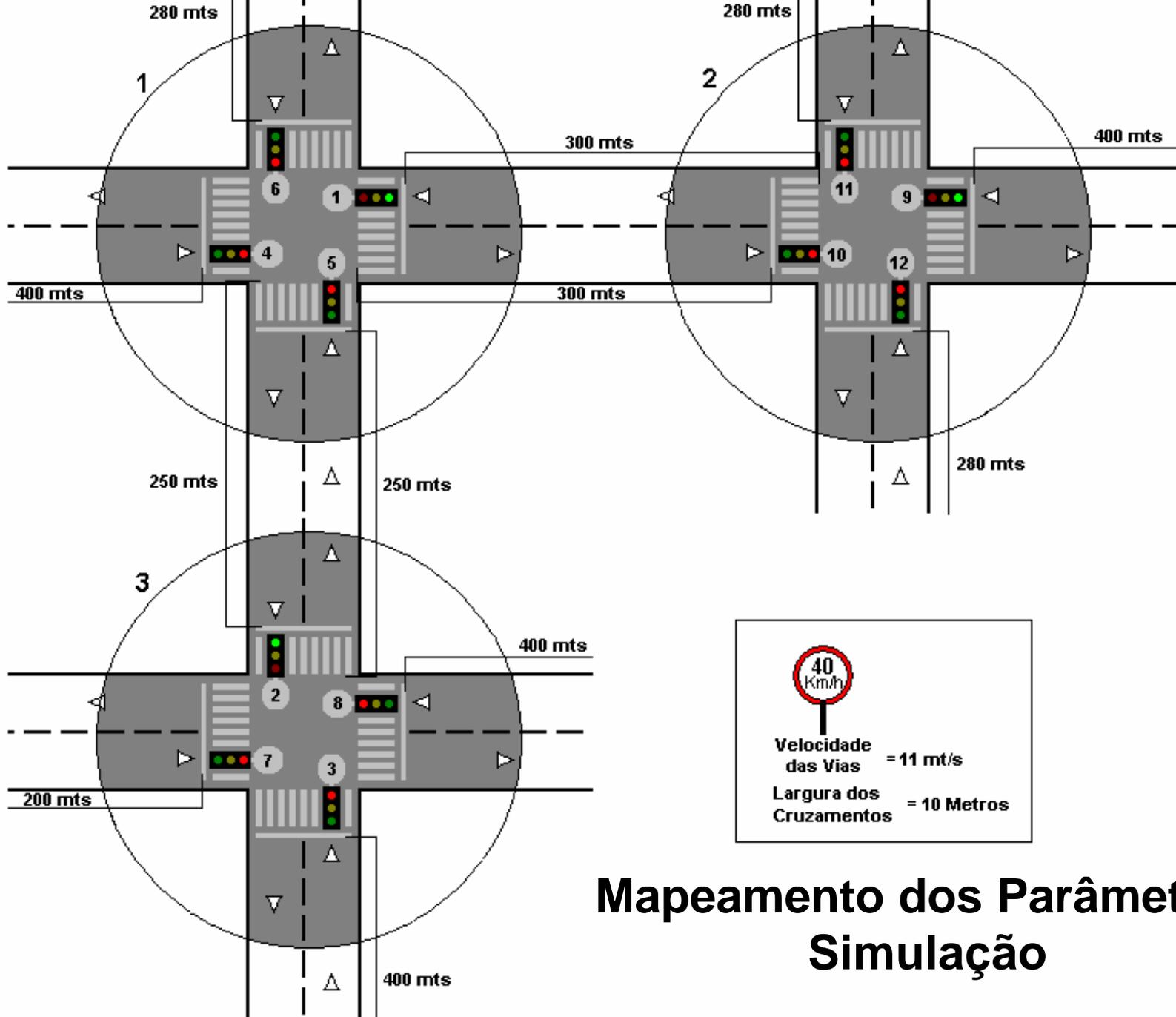
- Criação de novos métodos de decisões
- Estudo de outros tipos de vias
- Inclusão dos tempos semafóricos para pedestres
- Interface para mapeamento dos semáforos na malha viária
- Desenvolver novos agentes (carros, ruas, etc...)
- Interface gráfica para exibição das ações dos semáforos
- Aplicação da implementação em equipamentos
- Ferramenta para análise do arquivo de log

FIM

“Esqueça os computadores,
lembre-se de Computação”
(Jean Paul Jacob)







Mapeamento dos Parâmetros Simulação

Parâmetros de Simulação

```
<Cidade>
  <Cruzamento id_Cruzamento="1" verde="1">
    <semaforo id_local="1" id_superior="4" id_esquerdo="5"
      id_direito="6" id_inferior="9" cruzamento="10"
      velocidade="11" comprimento="300"
      maquina="marcelo"/>
    <semaforo id_local="4" id_superior="1" id_esquerdo="6"
      id_direito="5" id_inferior="0" cruzamento="10"
      velocidade="11" comprimento="400"
      maquina="marcelo"/>
    <semaforo id_local="5" id_superior="6" id_esquerdo="4"
      id_direito="1" id_inferior="3" cruzamento="10"
      velocidade="11" comprimento="250"
      maquina="marcelo"/>
    <semaforo id_local="6" id_superior="5" id_esquerdo="1"
      id_direito="4" id_inferior="0" cruzamento="10"
      velocidade="11" comprimento="280"
      maquina="marcelo"/>
  </Cruzamento>
  <Cruzamento id_Cruzamento="2" verde="2">
    ...
  </Cruzamento>
  <Cruzamento id_Cruzamento="3" verde="9">
    ...
  </Cruzamento>
</Cidade>
```

Arquivo de Saída

```
Em Tue Jul 02 00:05:01 GMT-03:00 2002 Semaforo1 iniciou fase amarela.
Em Tue Jul 02 00:05:04 GMT-03:00 2002 Semaforo1 iniciou fase vermelha.
Em Tue Jul 02 00:05:06 GMT-03:00 2002 Semaforo4 iniciou fase verde.
Em Tue Jul 02 00:05:15 GMT-03:00 2002 Semaforo4 iniciou fase amarela.
Em Tue Jul 02 00:05:18 GMT-03:00 2002 Semaforo4 iniciou fase vermelha.
Em Tue Jul 02 00:05:20 GMT-03:00 2002 Semaforo1 iniciou fase verde.
Em Tue Jul 02 00:05:34 GMT-03:00 2002 Semaforo1 iniciou fase amarela.
Em Tue Jul 02 00:05:37 GMT-03:00 2002 Semaforo1 iniciou fase vermelha.
Em Tue Jul 02 00:05:39 GMT-03:00 2002 Semaforo5 iniciou fase verde.
Em Tue Jul 02 00:06:01 GMT-03:00 2002 Semaforo5 iniciou fase amarela.
Em Tue Jul 02 00:06:04 GMT-03:00 2002 Semaforo5 iniciou fase vermelha.
Em Tue Jul 02 00:06:06 GMT-03:00 2002 Semaforo4 iniciou fase verde.
Em Tue Jul 02 00:06:34 GMT-03:00 2002 Semaforo4 iniciou fase amarela.
Em Tue Jul 02 00:06:37 GMT-03:00 2002 Semaforo4 iniciou fase vermelha.
Em Tue Jul 02 00:06:39 GMT-03:00 2002 Semaforo6 iniciou fase verde.
Em Tue Jul 02 00:07:24 GMT-03:00 2002 Semaforo6 iniciou fase amarela.
Em Tue Jul 02 00:07:27 GMT-03:00 2002 Semaforo6 iniciou fase vermelha.
Em Tue Jul 02 00:07:29 GMT-03:00 2002 Semaforo1 iniciou fase verde.
Em Tue Jul 02 00:08:24 GMT-03:00 2002 Semaforo1 iniciou fase amarela.
Em Tue Jul 02 00:08:27 GMT-03:00 2002 Semaforo1 iniciou fase vermelha.
Em Tue Jul 02 00:08:29 GMT-03:00 2002 Semaforo5 iniciou fase verde.
```

