

Simulação do controle de tráfego de automóveis em uma malha rodoviária urbana: Versão 2.0

Mayco Andrey Ranghetti
Orientador: José Roque Voltolini da Silva

Roteiro

- **Introdução**
 - **Objetivos do trabalho**
 - **Fundamentação teórica**
 - **Desenvolvimento**
 - **Conclusão**
 - **Extensões**
-

Introdução

- As cidades crescem, e o homem quer mais conforto e comodidade. Para tanto, usa cada vez mais os meios de transportes.
 - Problema: congestionamentos.
 - Solução: planejamento.
 - Simuladores de trânsito permitem verificar a validade de mudanças em uma malha rodoviária antes de implantá-la no mundo real.
-

Introdução

- Em Freire (2004) é descrito um simulador de tráfego de automóveis em uma malha rodoviária.
 - Este trabalho propõem-se uma extensão ao simulador de Freire (2004).
-

Objetivos do trabalho

Estender o trabalho desenvolvido por Freire (2004) acoplando novas funcionalidades e reformulando algumas funções

- Disponibilizar um veículo guiado pelo usuário.
 - Acrescentar a terceira dimensão.
 - Verificar o aumento de consumo de memória durante a execução.
 - Reformular a função de disponibilidade de trechos para os veículos.
-

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sistemas de Controle de Trânsito

- Controle de tráfego garante que veículos e pessoas movimentem-se com eficiência e segurança.
 - Um sistema de trânsito é baseado em três pilares: engenharia, educação e fiscalização.
-

Rotinas matemáticas usadas em sistemas de representação de malhas viárias

- A **geometria analítica** e a **Trigonometria** são áreas da matemática utilizadas na representação de malhas viárias
 - Funções para cálculo da **distância entre dois pontos**, o **ponto médio de um segmento** e **coeficiente angular da reta** são utilizadas para calcular os pontos que formam uma rua na malha rodoviária.
-

Computação gráfica

- A computação gráfica é a área da ciência da computação que estuda a geração, manipulação e interpretação de imagens por meio de computadores.
 - Bibliotecas gráficas são utilizadas para desenvolver aplicações gráficas.
-

Biblioteca Gráfica OpenGL

- Segundo Manssour (2003) a **OpenGL** é uma biblioteca de rotinas gráficas e de modelagem bidimensional e tridimensional.
 - Além de desenhos de primitivas gráficas, a OpenGL dá suporte à iluminação, colorização, texturas e animação.
-

Biblioteca Gráfica OpenGL

- Tipos de projeção: **Projeção paralela ortográfica** e **Projeção perspectiva**.
 - **Projeção paralela ortográfica**: o tamanho do objeto não sofre alteração quando é afastado ou aproximado do observador.
 - **Projeção perspectiva**: o tamanho do objeto sofre alteração a medida que é afastado ou aproximado do observador.
-

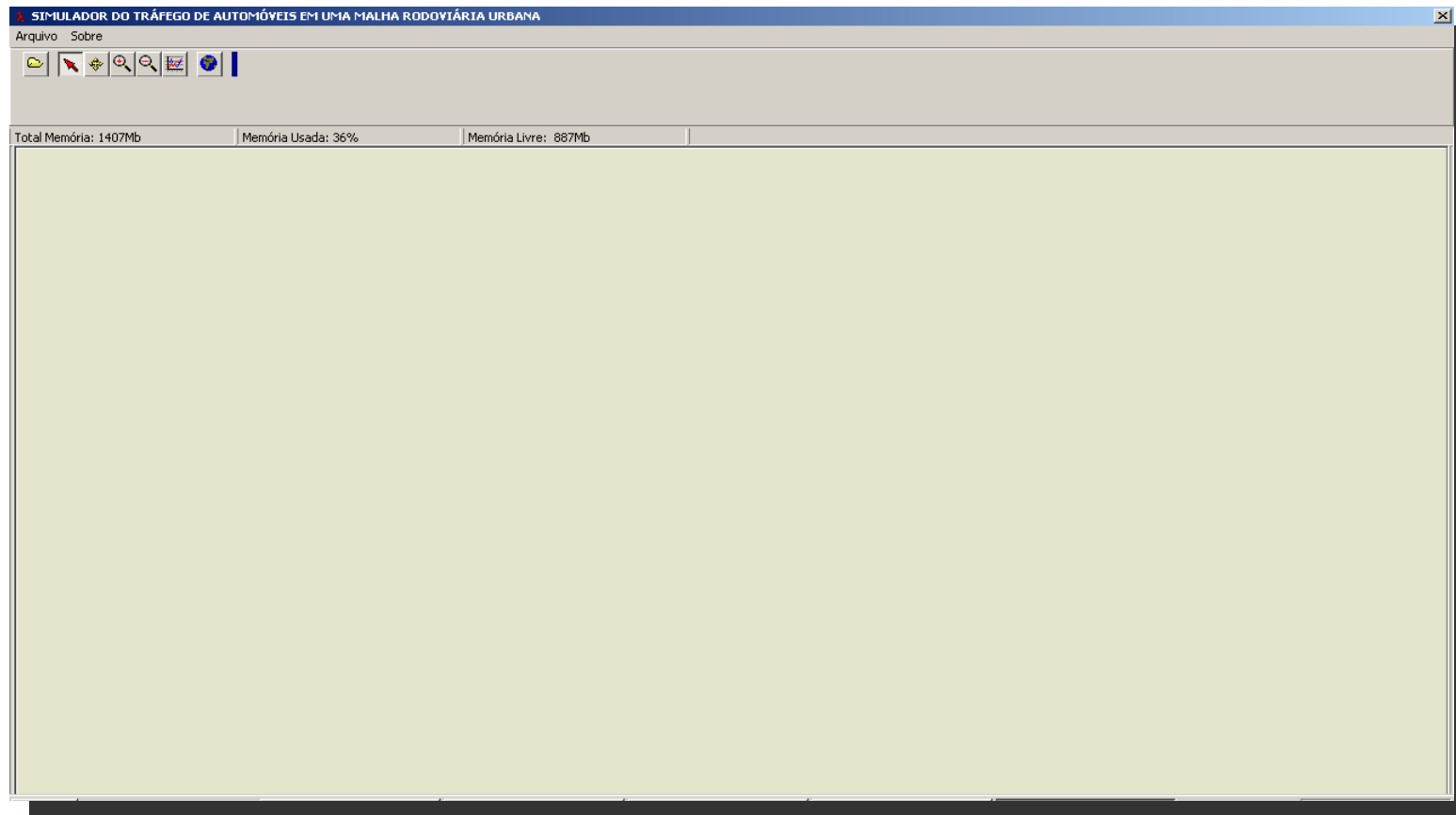
Processos concorrentes

- Processos concorrentes compartilham os mesmos recursos computacionais e muitas vezes as mesmas variáveis.
 - Controles especiais são utilizados para amenizar conflitos entre os processos.
 - Semáforos são mecanismo de comunicação entre processos que garante exclusividade de acesso aos recursos computacionais.
-

Protótipo de simulação do controle de tráfego de automóveis em uma malha rodoviária urbana Freire (2004)

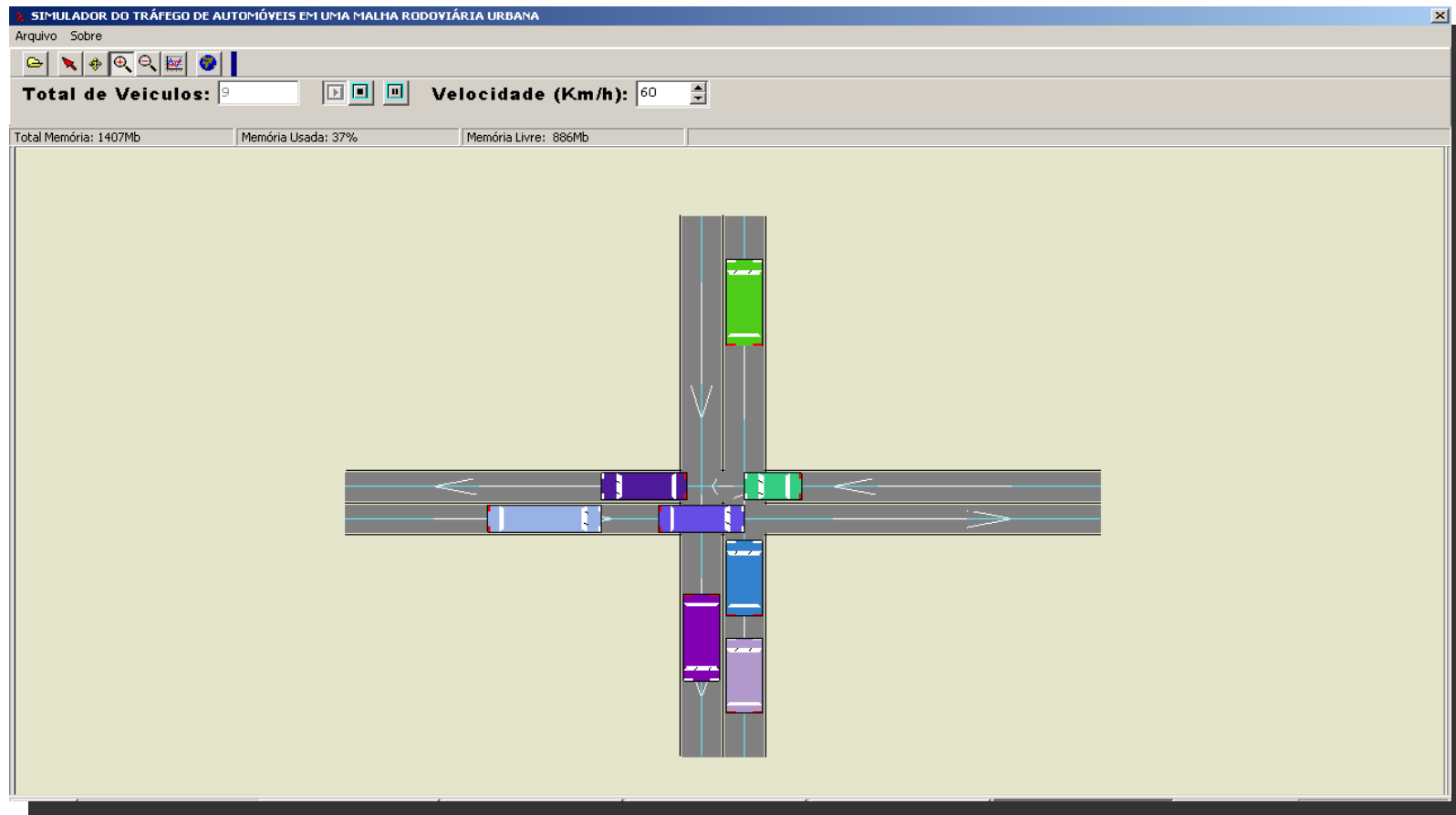
- Simulador de trânsito de veículos em uma malha rodoviária.
 - A malha rodoviária é carregada a partir de um arquivo texto.
 - Visualização gráfica em duas dimensões.
 - O trajeto do veículo é de forma aleatória.
-

Fundamentação Teórica



Tela inicial do simulador Freire(2004)

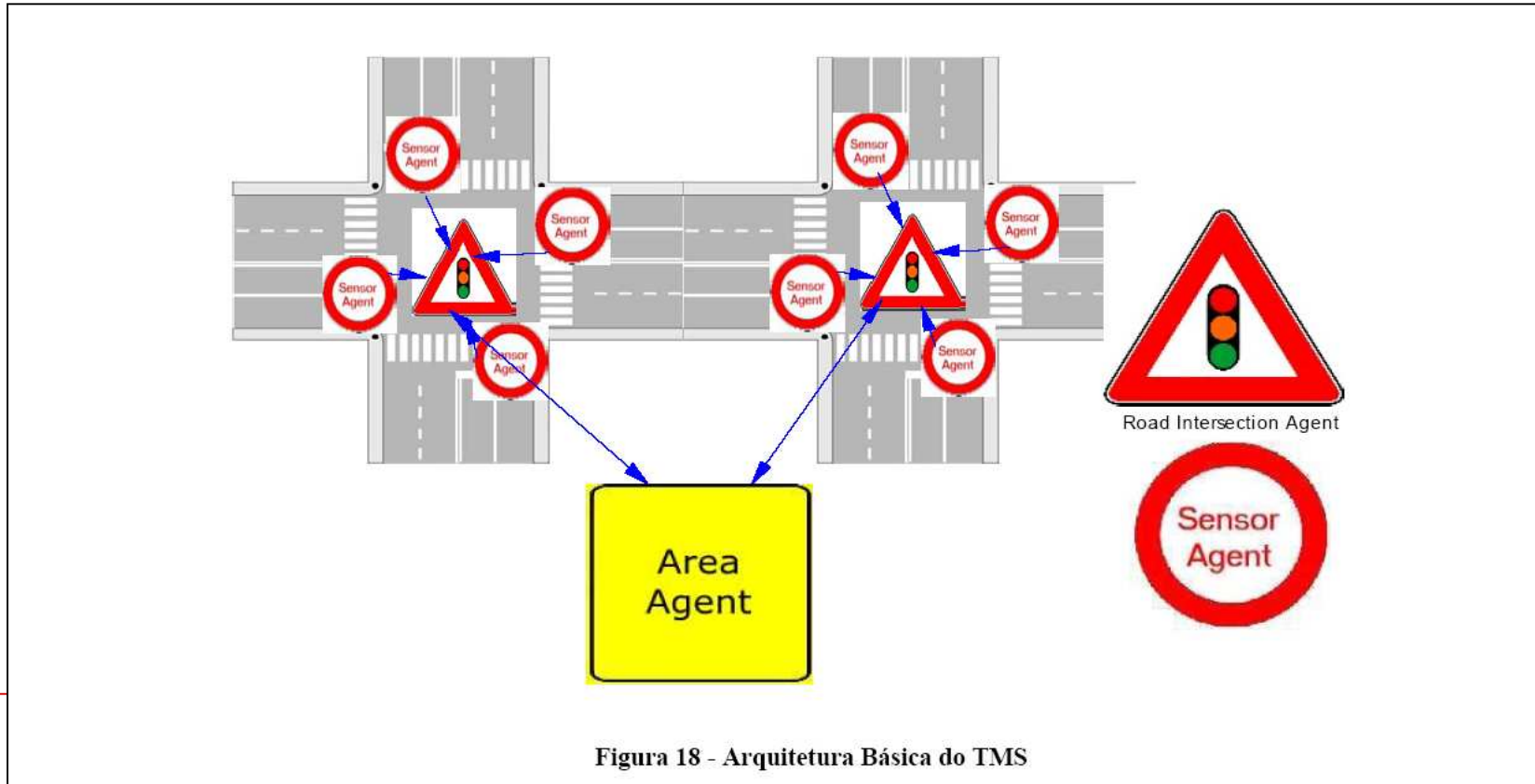
Fundamentação Teórica



Simulação de veículos trafegando Freire (2004)

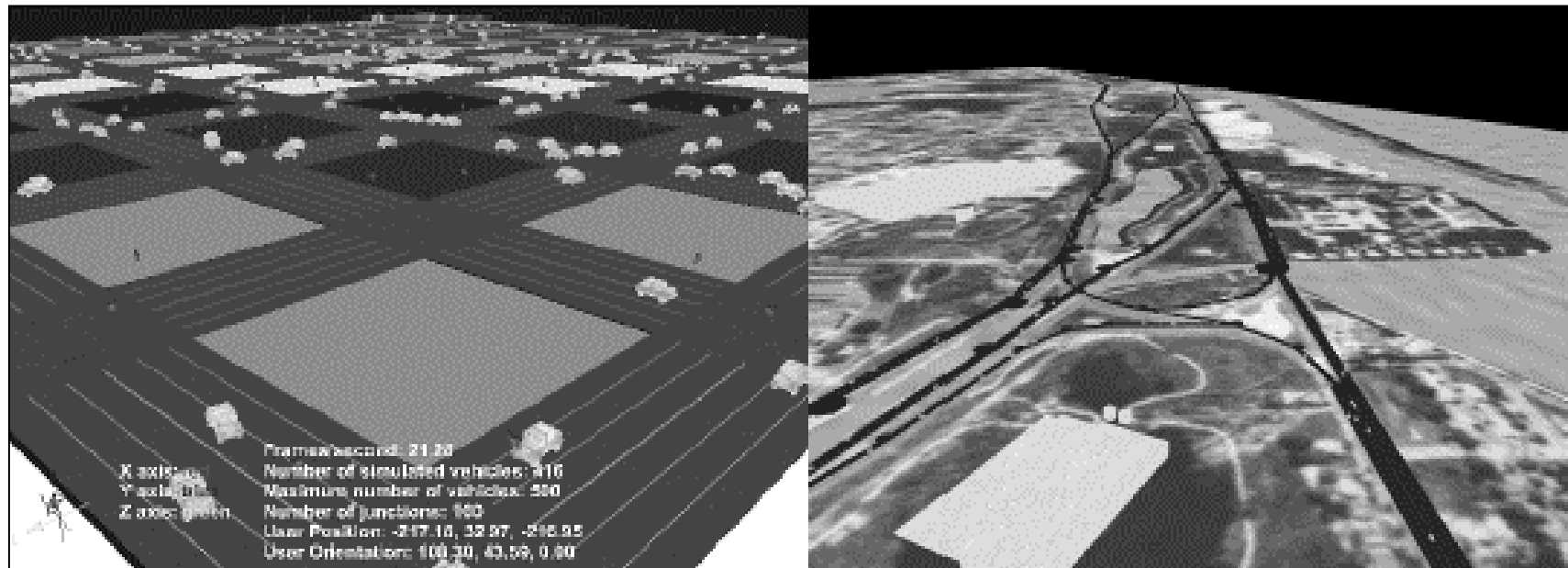
Trabalhos Correlatos

- Sistema multiagente para gerenciamento de tráfego urbano.



Trabalhos Correlatos

- Simulação de tráfego: uma experiência com realidade virtual.



Trabalhos Correlatos

- Definição de um sistema de software para simulação e supervisão de tráfego viário urbano.

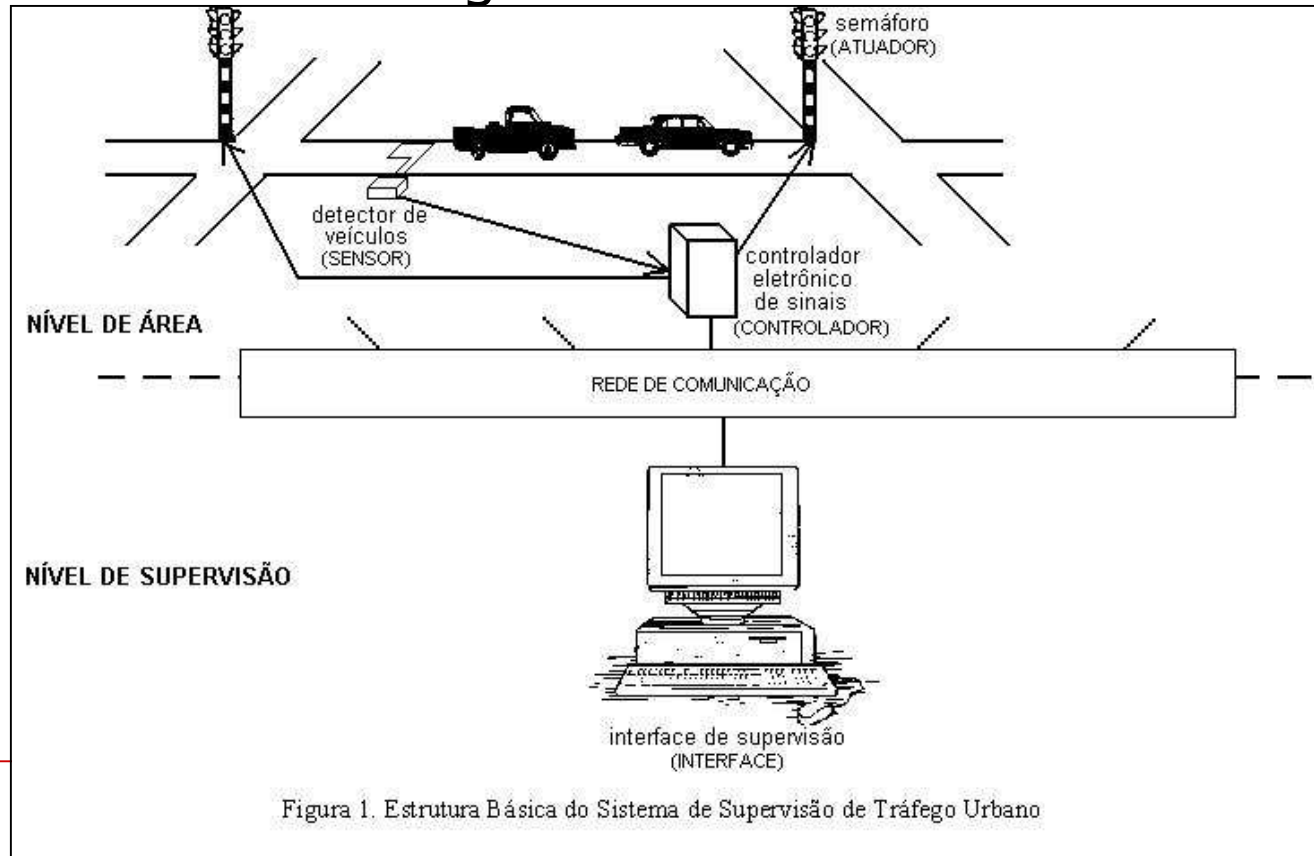


Figura 1. Estrutura Básica do Sistema de Supervisão de Tráfego Urbano

DESENVOLVIMENTO

Requisitos do Sistema

- Permitir que um usuário controle a direção de um carro em tempo de execução (Requisito Funcional - RF).
 - Permitir a visualização do mapa rodoviário em três dimensões (RF).
 - Reformular a função de disponibilidade de trechos que um carro pode selecionar (RF).
-

Requisitos do Sistema

- Verificar o porquê do aumento do consumo de memória durante a execução (Requisito Não Funcional - RNF).
 - O sistema deverá ser implementado no ambiente de programação Delphi 7 e usar a biblioteca gráfica OpenGL (RNF).
-

Especificação do Sistema

- Casos de uso.
 - Diagrama de atividades.
 - Diagrama de modelo de classes.
-

Desenvolvimento



Diagrama de atividades

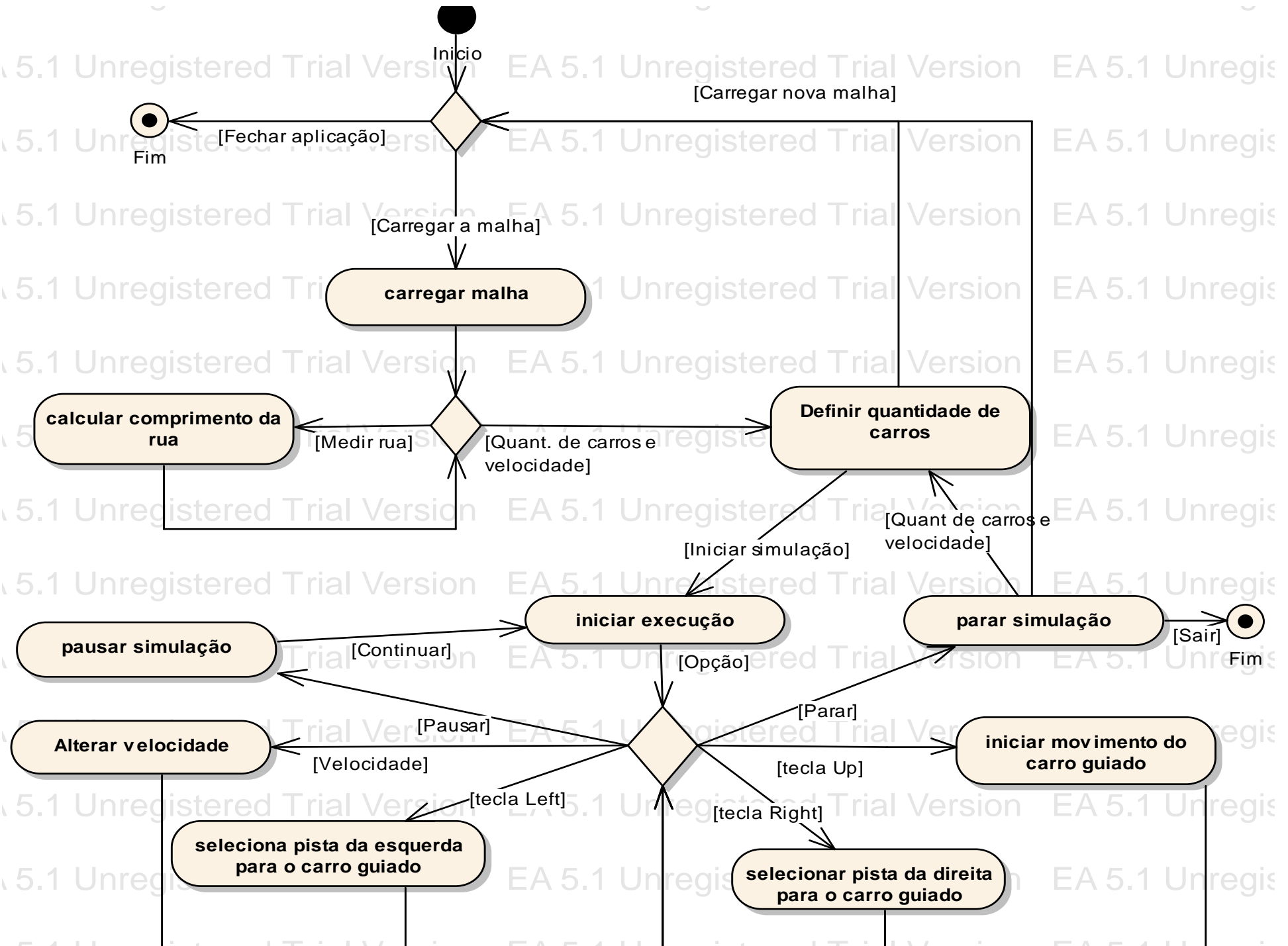
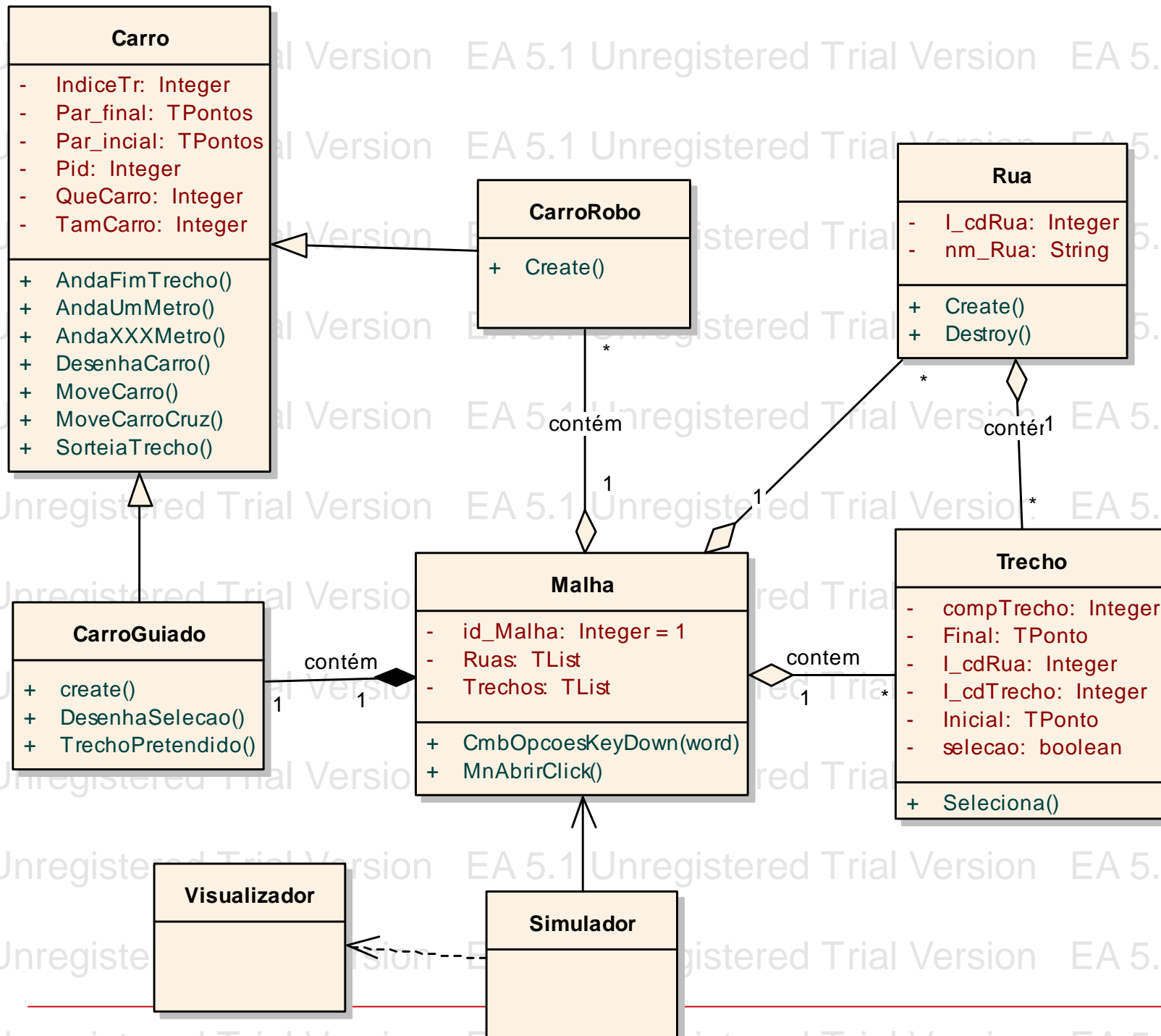
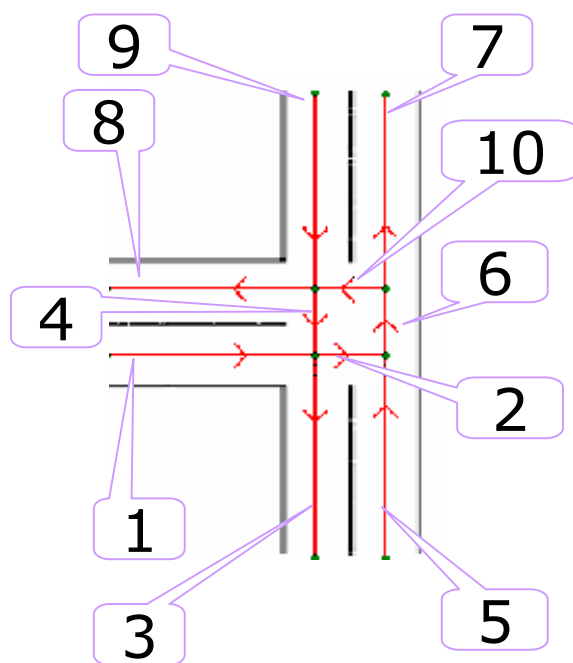


Diagrama de modelo de classes



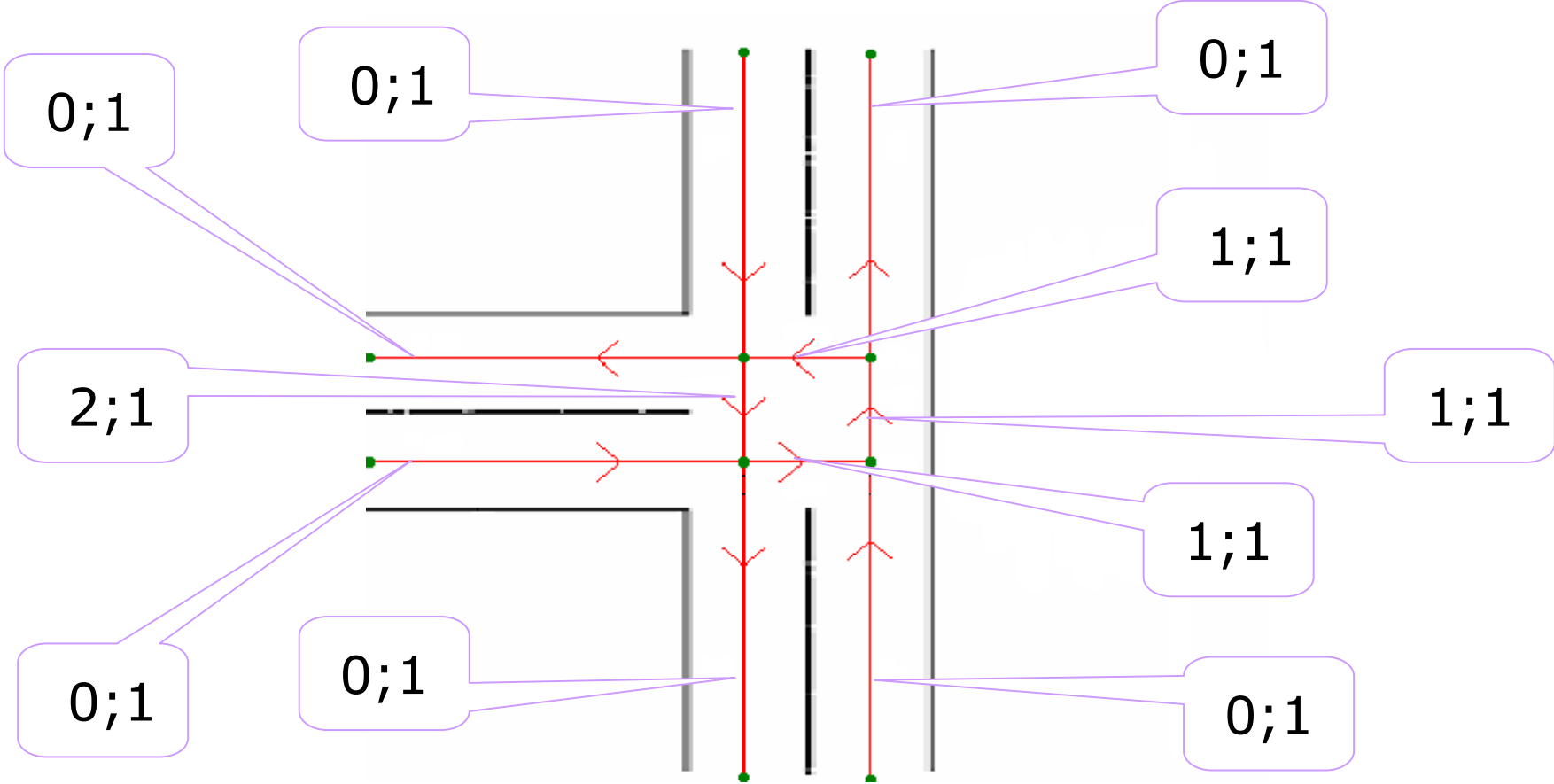
Desenvolvimento

Representação da Malha Rodoviária



X_i	Y_i	Z_i	X_f	Y_f	Z_f	L_a	M_e	M_d	N_i	Q_e	V_q	C_d
00	-03	0	025	-03	0	03	00	00	00	00	01	01
25	-03	0	028	-03	0	03	00	00	00	01	01	02
25	-03	0	025	-25	0	03	00	00	00	00	01	03
25	000	0	025	-03	0	03	00	00	00	02	01	04
28	-25	0	028	-03	0	03	00	00	00	00	01	05
28	-03	0	028	000	0	03	00	00	00	01	01	06
28	-00	0	028	025	0	03	00	00	00	00	01	07
25	000	0	000	000	0	03	00	00	00	00	01	08
25	025	0	025	000	0	03	00	00	00	00	01	09
28	000	0	025	000	0	03	00	00	00	01	01	10

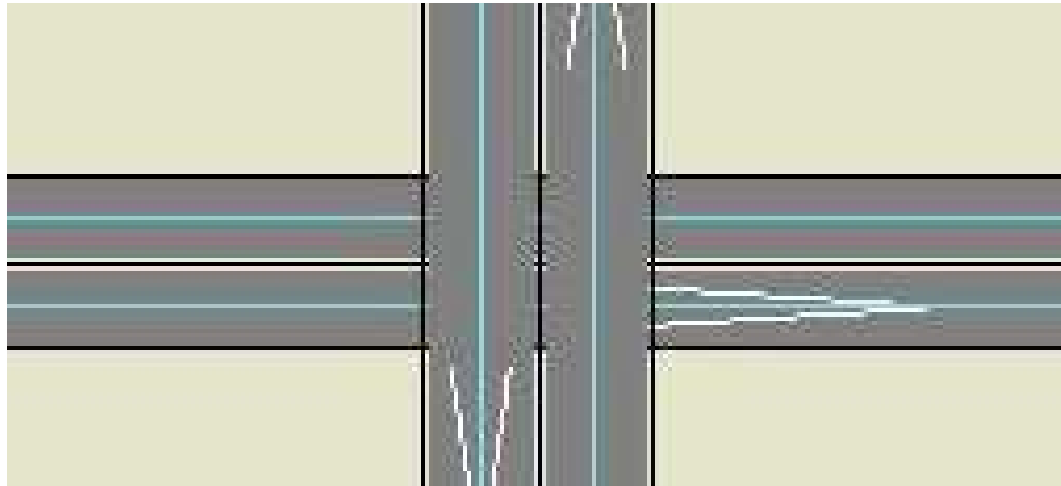
Representação da Malha Rodoviária



Representação de Objetos 3D

- Objetos e cenas criados usando a OpenGL consistem em um conjunto de primitivas gráficas simples que são combinadas para formar estruturas mais complexas.
 - Para determinar qual objeto será desenhado usa-se a função `glBegin()`, passando como parâmetro o objeto a ser desenhado e em seguida definindo os vértices.
-

Representação de Objetos 3D



```
glBegin(GL_POLYGON);  
    glVertex3f(A.X, A.Y, A.Z);  
    glVertex3f(B.X, B.Y, B.Z);  
    glVertex3f(C.X, C.Y, C.Z);  
    glVertex3f(D.X, D.Y, D.Z);  
glEnd;
```

```
glBegin(GL_LINE_LOOP);  
    glVertex3f(A.X, A.Y, A.Z);  
    glVertex3f(B.X, B.Y, B.Z);  
    glVertex3f(C.X, C.Y, C.Z);  
    glVertex3f(D.X, D.Y, D.Z);  
glEnd;
```

Implementação

- O protótipo foi implementado na ferramenta de programação Delphi, usando a biblioteca gráfica OpenGL.

Principais rotinas implementadas

- Definição e criação dos veículos.
 - Continuação de trecho.
 - Seleção do trecho pelo usuário.
 - Escolha aleatória de trechos (reformulada).
 - Ajuste do tamanho do veículo no cruzamento.
-

Implementação

Parte da rotina de seleção de trecho pelo usuário

```
Procedure TCarroGuiado.TrechoPretendido(TrUlt: TPonteiro; Var Tr: TPonteiro);
...
qtd:=TrUlt^.I_QtdFCont; //qtd recebe a quantidade de trecho de conti.
Tr:=TrUlt^.FCont[0]; //Tr recebe o primeiro trecho, caso o usuario
while not SetaUp do //pressione a tecla up sem escolher o trecho.
begin //loop para aguardar o pressionar da tecla up.
  if SetaLeft then begin //se for pressionada a tecla left, então
    while continua do //selecionada o trecho.
      begin
        Dec(qtd); //decrementa o numero de trecho
        ...
        selecao:=true; //habilita o desenho da selecao
        DesenhaSelecao(Inicio, Fim, Largura, 2); //retangulo
      end;
      if SetaRight then begin //testa a tecla righth
        while continua do
          begin
            Inc(qtd); //incrementa o numero de trechos
            ...
            selecao:=true;
            DesenhaSelecao(Inicio, Fim, Largura, 2);
          end;
        end;
      end;
    end;
  end; //fim do while da seta up
```

Implementação

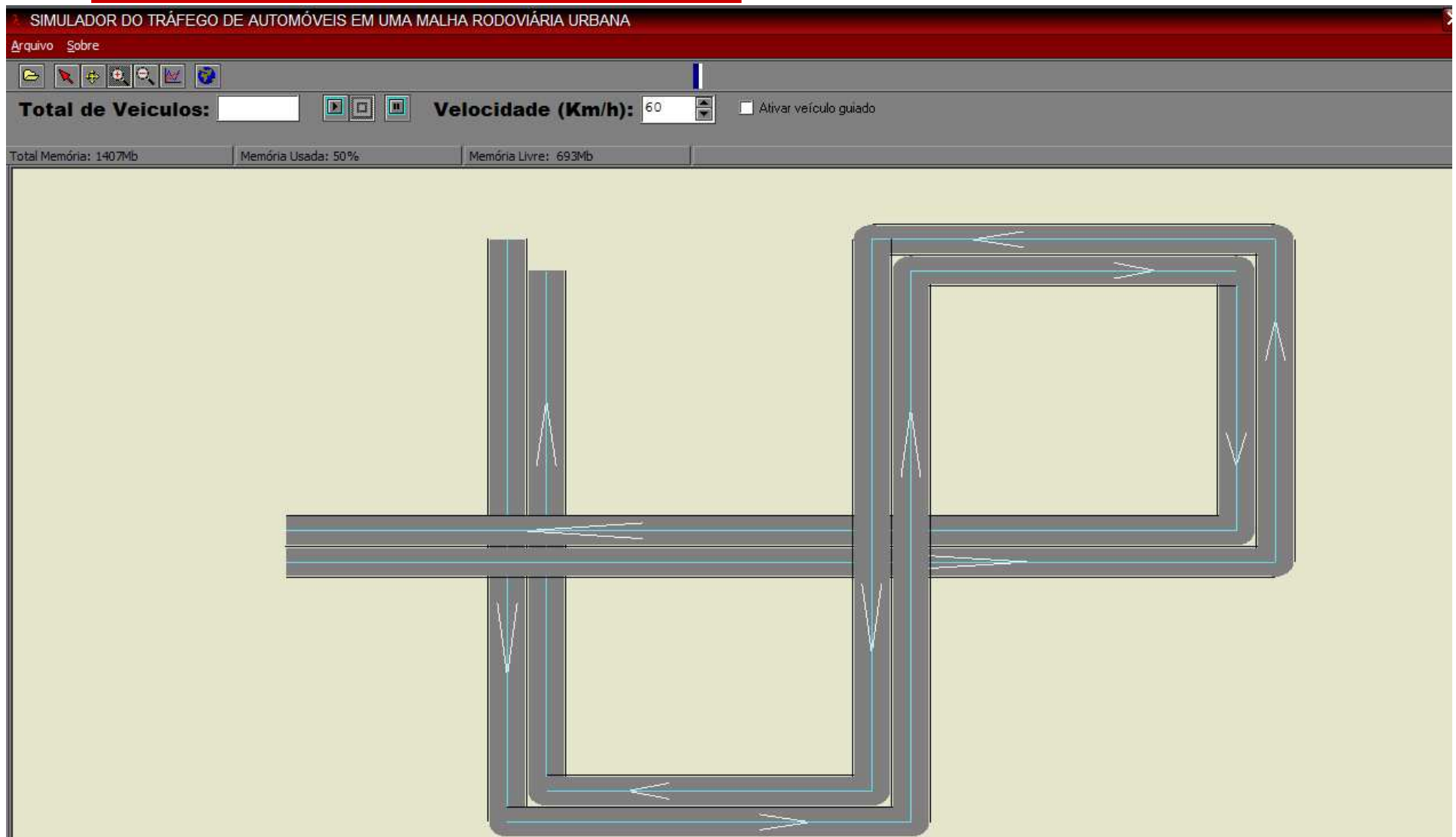
Parte da rotina de sorteio de trecho

```
Procedure TCarro.SorteiaTrecho(TrUlt: TPonteiro; Var Tr: TPonteiro);
...
SetLength(Qtd, TrUlt^.I_QtdFCont);
while not achou do
begin//while achou
  Randomize;
  Ent:= Random (TrUlt^.I_QtdFCont);//sorteio do trecho
  Tr:= TrUlt^.FCont[Ent];//pega o trecho sorteado
  while not achou do
  Begin //o trecho é continuação?
    if (Tr^.Fim.X = TrUlt^.Fim.X)and(Tr^.Fim.Y = TrUlt^.Fim.Y) then
    begin
      Inc(Ent);//então pega proximo trecho disponivel
      if Ent >= TrUlt^.I_QtdFCont then//se já nao existir mais
        Ent:= 0; //trechos pega o de indice 0
      Tr:= TrUlt^.FCont[Ent]; //que com certeza servi
    end else
    begin
      if Tr^.I_Quebra <> 0 then //verificação do criterio de
      begin //de quebra de carro
        if QueCarro <= Tr^.I_VlQuebra then //se a quebra for
        Begin //menor que quebra
          QueCarro:= QueCarro + Tr^.I_Quebra;//de carro o carro
          achou:= true; //pode seguir viagem
        end
      end
    end
  end
end
```

Operacionalidade da implementação

Tela do simulador com a malha carregada.

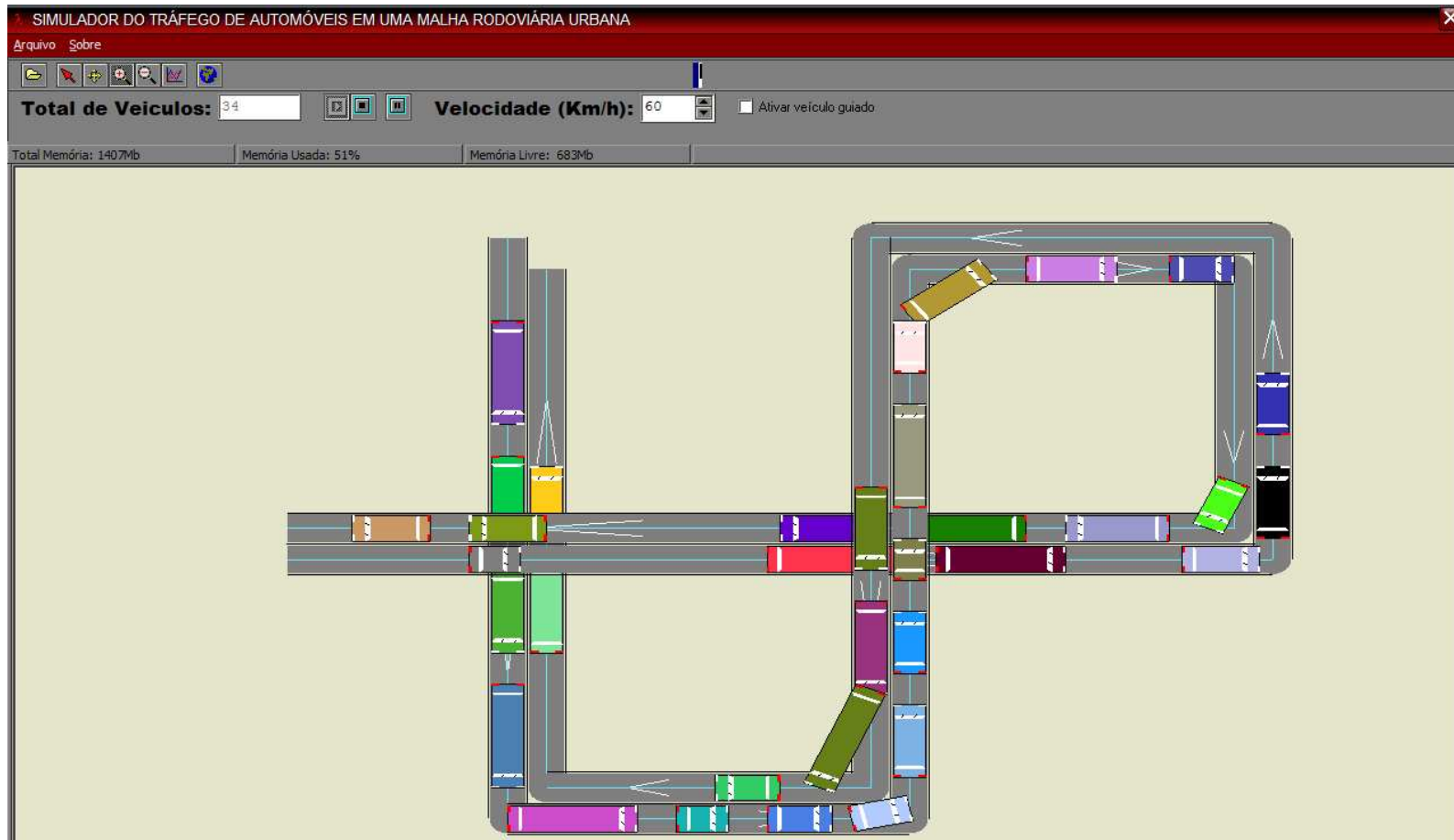
Desenvolvimento



Operacionalidade da implementação

Simulação de veículos passando sob viadutos

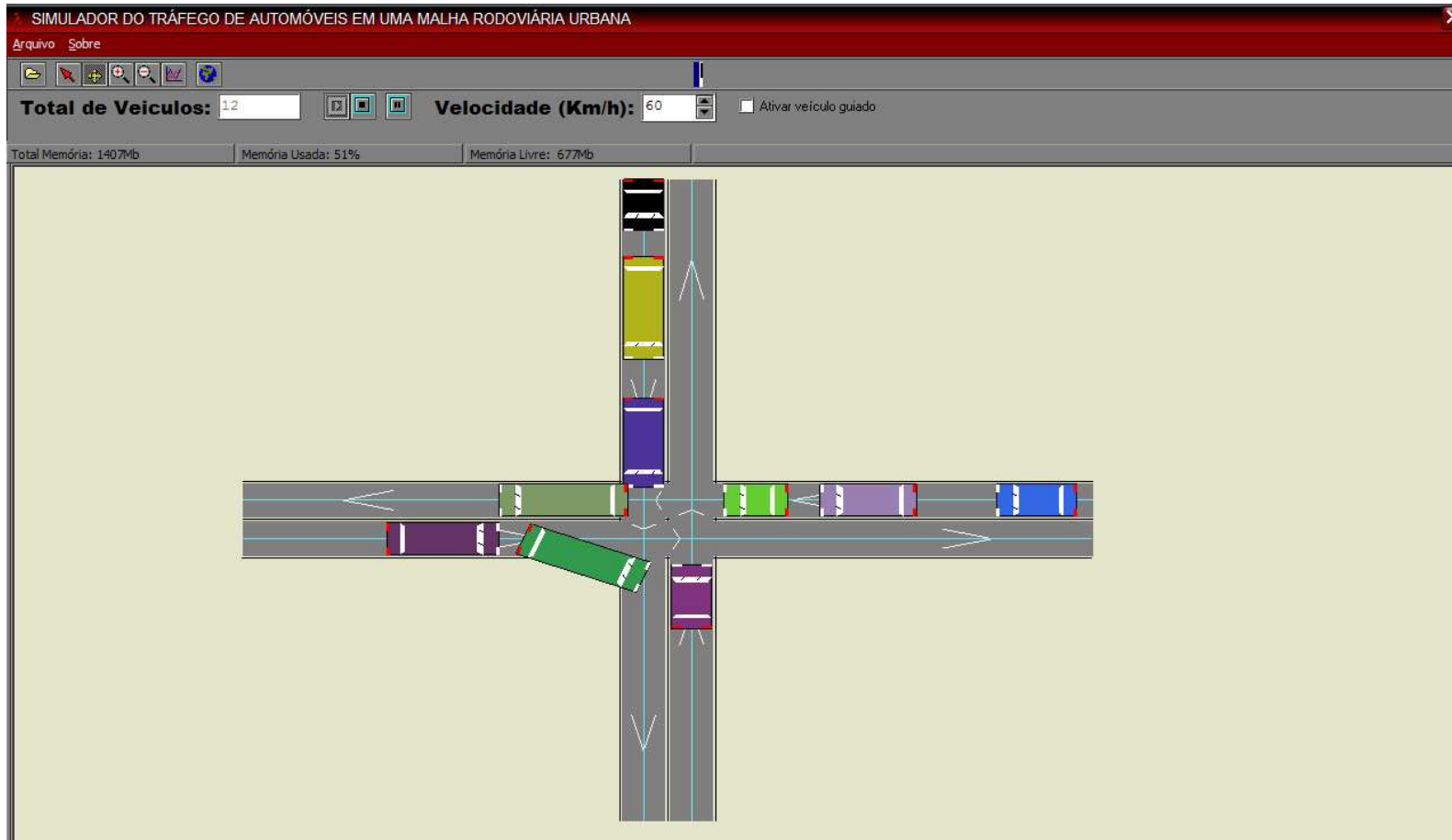
Desenvolvimento



Operacionalidade da implementação

Veículos trafegando em cruzamentos

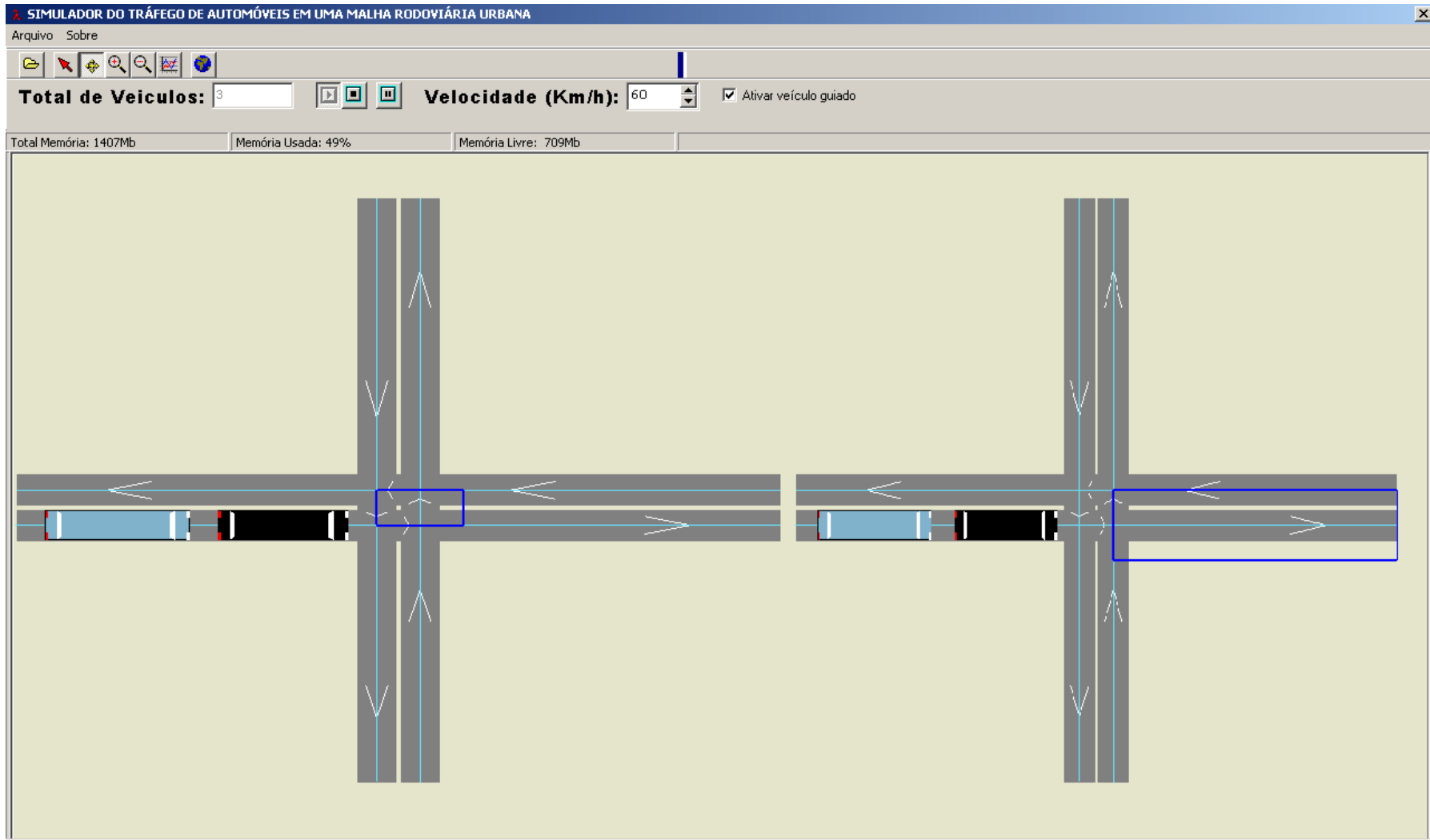
Desenvolvimento



Operacionalidade da implementação

Seleção de trechos para o veículo guiado

Desenvolvimento

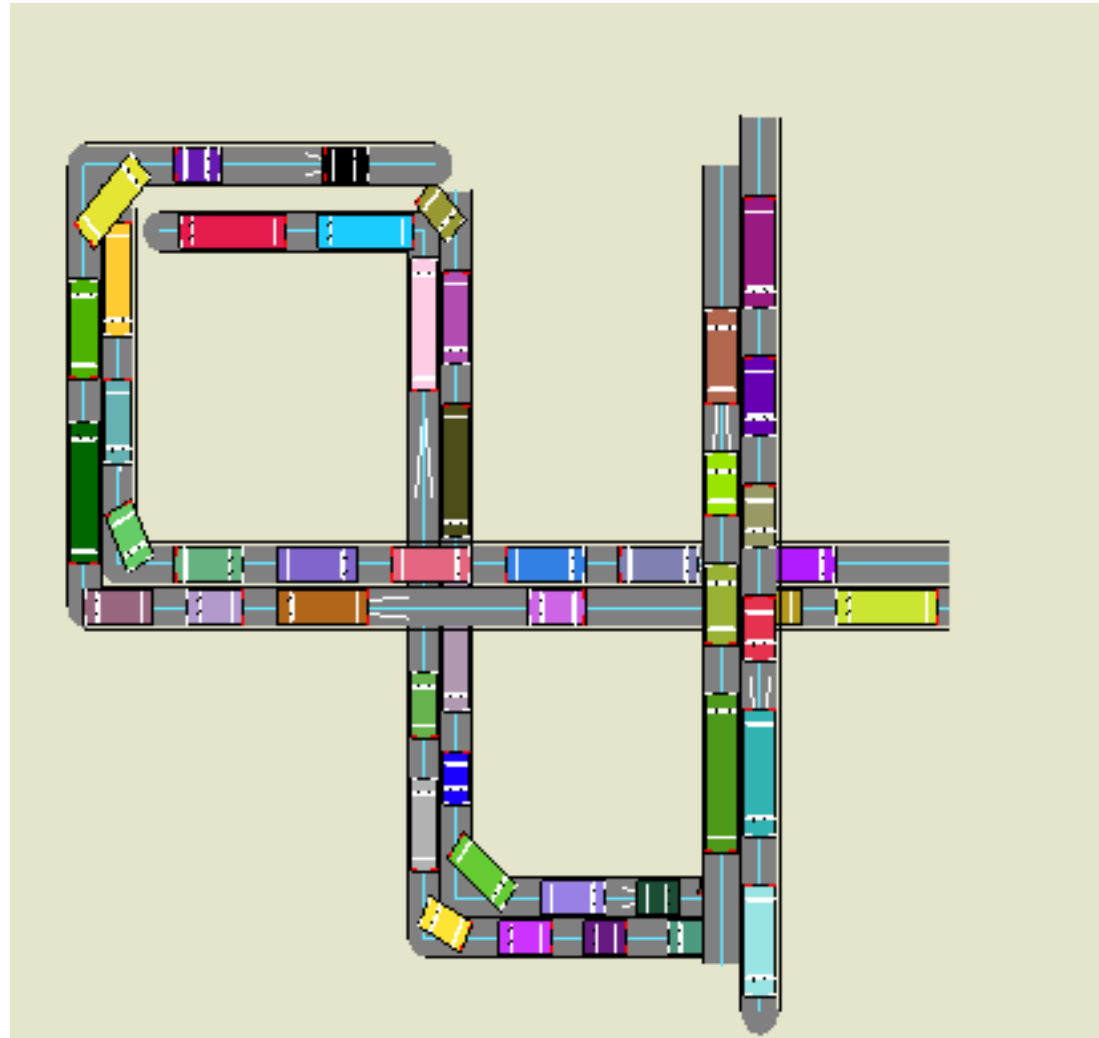


Resultados e Discussão

Durante a especificação da projeção gráfica optou-se em usar a projeção paralela ortográfica.

Desta forma a percepção de tamanho do veículo não é alterada durante a execução.

Desenvolvimento



Desenvolvimento

Tabela comparativa entre as versões

	Protótipo de Freire (2004)	Protótipo versão 2
Opção de carro guiado		X
Visualização em 3D		X
Definir velocidade para os veículos	X	X
Definir quantidade de veículos	X	X
Iniciar simulação	X	X
Parar simulação	X	X
Pausar simulação	X	X
Calcular comprimento da rua	X	X
Representação de viadutos		X

Conclusão

O presente trabalho é uma extensão do simulador de tráfego de automóveis em uma malha rodoviária urbana desenvolvido por Freire(2004).

As principais extensões foram a visualização gráfica em 3D, o veículo guiado pelo usuário e a reformulação da rotina para escolha de trechos.

Não foi detectado o por quê de aumento de memória durante a execução do simulador.

Extensões

Para continuação deste trabalho são sugeridas as seguintes extensões:

- Velocidade variável para os veículos.
 - Inserção de semáforos nos cruzamentos.
 - Inserção de controladores de velocidades.
 - Rotina para fazer estatísticas sobre o tráfego.
 - Determinação de atributos nos trechos (velocidade mínima).
 - Algoritmos para determinar rotas.
-

Extensões

- Especificar um controle para suavizar as paradas dos veículos nos cruzamentos.
 - Criação de carros especiais (ambulância, polícia, bombeiros).
 - Utilização do modo de projeção perspectiva.
-

Trabalho de conclusão de curso

Fim
