

Bancos de Dados Geográficos

Extensões do OMT-G:

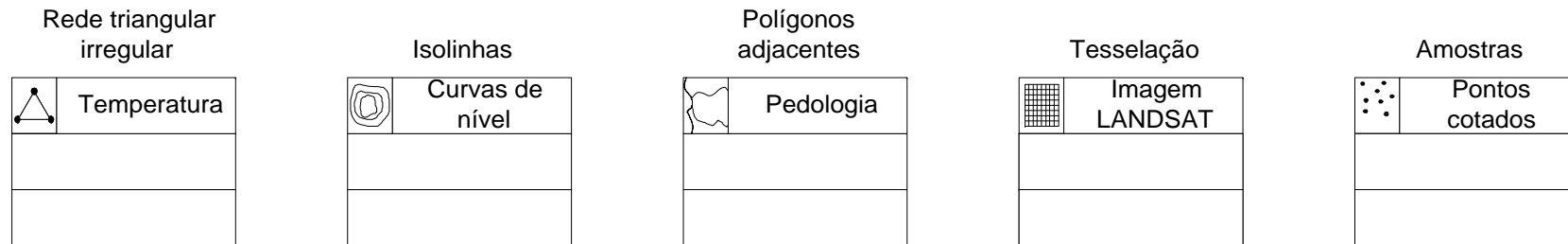
Diagramas de Transformação e

Apresentação

Clodoveu Davis

Primitivas OMT-G para diagramas de classes

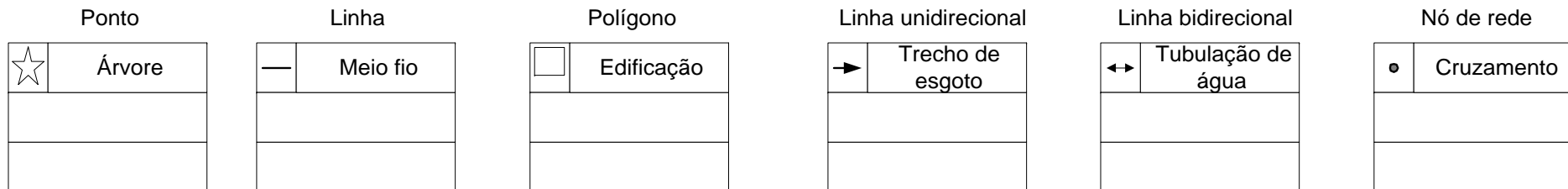
- Geo-campos: fenômenos de variação contínua*



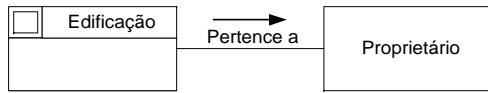
- Geo-objetos: entidades individuais*

Geo-objetos com geometria

Geo-objetos com geometria e topologia



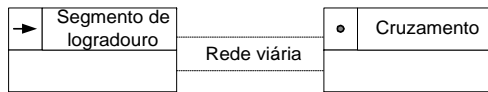
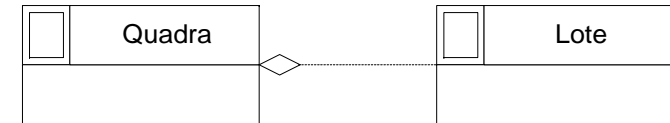
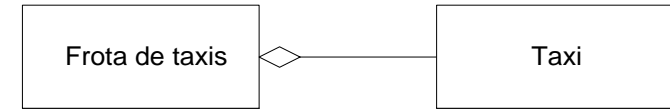
Primitivas OMT-G para diagramas de classes



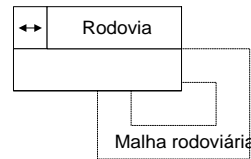
(a) Associação simples



(b) Relacionamento espacial



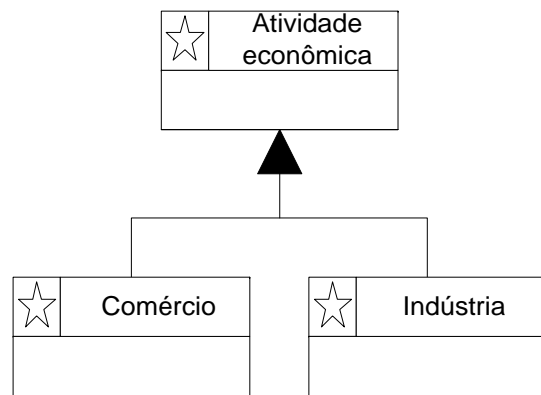
(c) Relacionamento de rede arco-nó



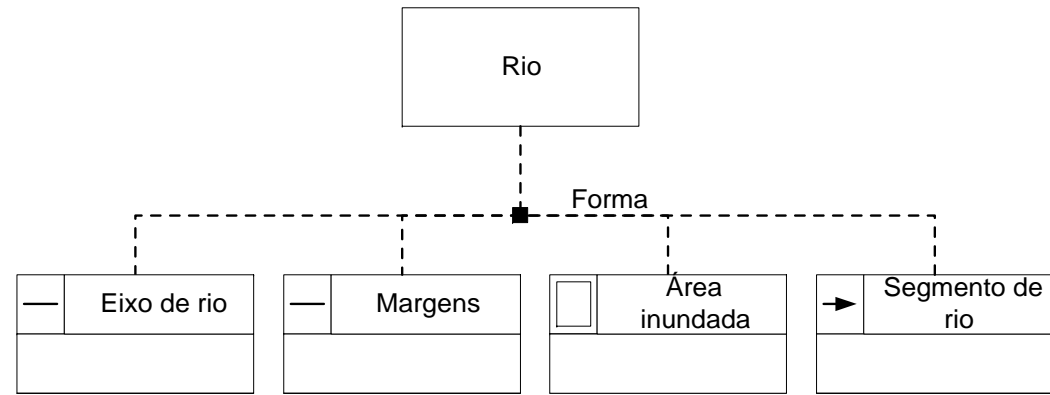
(d) Relacionamento de rede arco-arco

Relacionamentos

Agregação e agregação espacial



Generalização/especialização



Clodoveu Davis

Generalização conceitual

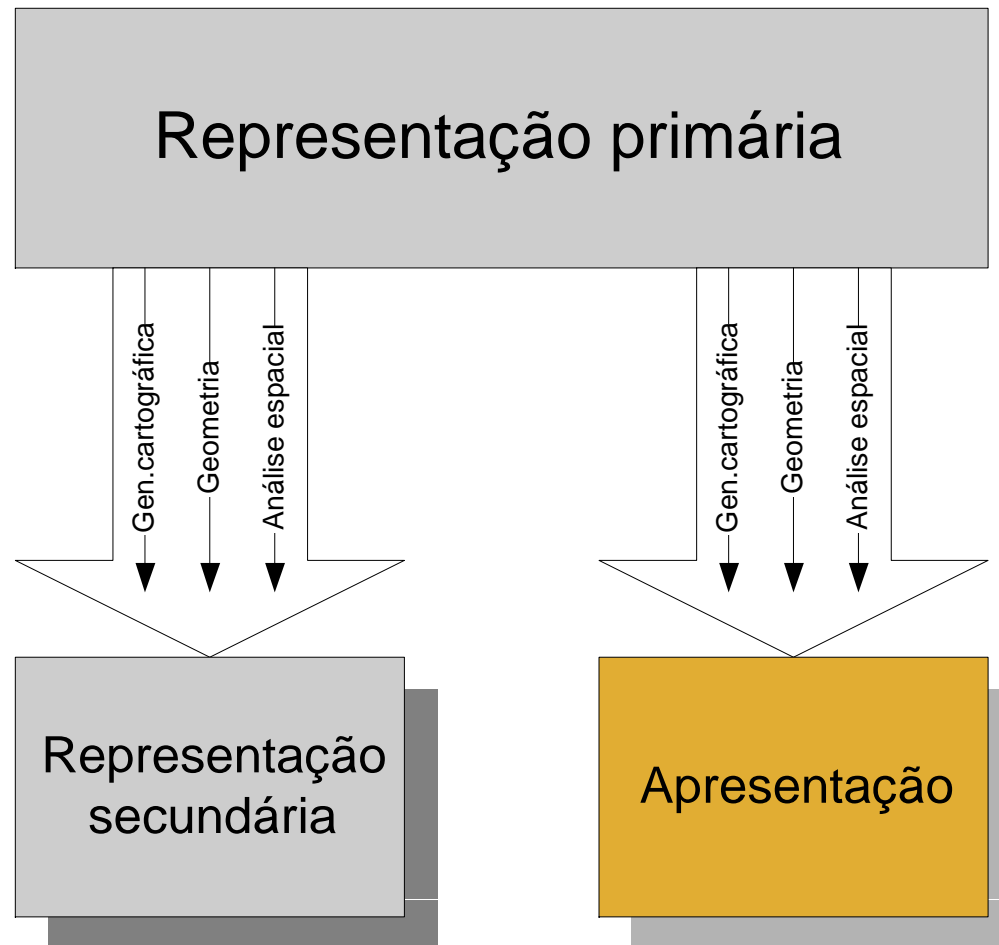
Modelagem de Aplicações Geográficas: Extensões

- O modelo OMT-G propõe primitivas para a criação de diagramas de classes
- Quando o diagrama de classes especifica múltiplas representações ou a derivação de uma classe a partir de outra, é necessário desenvolver um *diagrama de transformação*
- Para especificar as visualizações que cada representação pode assumir, é necessário desenvolver um *diagrama de apresentação*

Diagrama de Transformação

- Está no nível de representação conceitual
- Pode relacionar qualquer número de classes originais com qualquer número de classes resultantes, dependendo da natureza da transformação
- Pode especificar cadeias de transformação
- Indica que resultados devem ser materializados

Transformações



Tipos de transformações

- Geometria computacional
- Generalização cartográfica
- Análise espacial

Tipos de transformações

- Geometria computacional
 - Construção de buffers
 - Determinação de centróide
 - Diagrama de Voronoi
 - Esqueletização de polígonos
 - Fecho convexo
 - Geração de isolinhas
 - Triangulação de Delaunay
 - Triangulação de polígonos

Operador	Descrição	Referências
Construção de buffers	<p>Construção de polígonos que representam o lugar geométrico dos pontos do plano cuja distância até um objeto dado é inferior a um determinado limiar.</p> <p><i>Entrada:</i> ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional</p> <p><i>Saída:</i> polígono</p>	[MAKN89, NIPr82]
Determinação de centróide	<p>Determinação do centro de gravidade ou centro de massa de um polígono. Em determinadas situações, é mais interessante determinar um ponto garantidamente interior ao polígono, independente de ser ou não o centro de gravidade.</p> <p><i>Entrada:</i> polígono</p> <p><i>Saída:</i> ponto</p>	[OROU94, LATH92]
Diagrama de Voronoi	<p>Construção de um conjunto de polígonos adjacentes a partir de um conjunto de pontos dados (locais), de modo que cada polígono contenha os pontos do plano mais próximos de um determinado local do que de qualquer outro.</p> <p><i>Entrada:</i> ponto, linha, polígono, amostras</p> <p><i>Saída:</i> polígonos adjacentes</p>	[FORT87, GOLD91, GOLD92, OBS92, PRSH88,]
Esqueletização de polígonos	<p>Formação do esqueleto de um polígono, ou seja, o lugar geométrico dos pontos pertencentes a ele e que sejam equidistantes a pelo menos dois pontos de sua fronteira.</p> <p><i>Entrada:</i> polígono</p> <p><i>Saída:</i> linha</p>	[PRSH88, CBB91]
Fecho convexo	<p>Determinação do menor polígono convexo que contém um conjunto de pontos dados.</p> <p><i>Entrada:</i> ponto, amostras</p> <p><i>Saída:</i> polígono</p>	[CLR90]

Geração de isolinhas	<p>Determinação da interseção de uma superfície com um conjunto de planos paralelos ao plano XY. Em geral, parte-se de uma triangulação, seguida de uma análise da interseção de cada triângulo com cada plano, determinando segmentos. A partir desses segmentos são montadas as isolinhas.</p> <p><i>Entrada: TIN, tesselação, amostras</i></p> <p><i>Saída: isolinhas</i></p>	[BOUR87]
Triangulação de Delaunay	<p>Construção de um conjunto de triângulos a partir de um conjunto de pontos dados (locais), de modo que as arestas dos triângulos conectam locais que são vizinhos no diagrama de Voronoi.</p> <p><i>Entrada: ponto, linha, polígono, amostras</i></p> <p><i>Saída: TIN</i></p>	[FORT87, PRSH88, FICA91, EDEL87, LESC80 <i>apud</i> FICA91, LEAC92]
Triangulação de polígonos	<p>Divisão de um polígono dado em triângulos, a partir da construção de diagonais.</p> <p><i>Entrada: polígono, polígonos adjacentes</i></p> <p><i>Saída: TIN</i></p>	[OROU94]

Tipos de transformações

- Generalização cartográfica
 - Agregação
 - Colapso
 - Combinação
 - Deslocamento
 - Destaque
 - Exagero
 - Fusão
 - Refinamento
 - Simplificação
 - Suavização

Operador	Descrição	Referências
Agregação	<p>Delimitação de um grupo de objetos pontuais que estejam muito próximos uns dos outros, configurando um <i>cluster</i>.</p> <p><i>Entrada: ponto, amostra</i> <i>Saída: polígono</i></p>	[PRSH88, McSH92]
Colapso	<p>Redução da dimensão da representação de um objeto. Polígonos podem ser transformados em linhas ou em pontos, e linhas podem ser transformadas em pontos. Em geral, usa o centróide para gerar as representações pontuais. Para obter representações lineares é empregado um algoritmo de esqueletização.</p> <p><i>Entrada: linha, polígono, arco uni/bidirecional</i> <i>Saída: ponto, linha</i></p>	[CBB91]
Combinação	<p>Junção de duas ou mais linhas paralelas muito próximas, produzindo uma única linha.</p> <p><i>Entrada: linha</i> <i>Saída: linha</i></p>	[BJF95, NIFR86]
Deslocamento	<p>Alteração intencional do posicionamento de um objeto, de modo a destacá-lo de outro, muito próximo a ele. É uma técnica frequentemente empregada em cartografia, para aumentar a legibilidade de um mapa, em prejuízo da precisão de posicionamento.</p> <p><i>Entrada: ponto, linha</i> <i>Saída: ponto, linha</i></p>	[MONM89, MONM91, MWLS95, NICK88, NIFR86]
Destaque	<p>Alteração das características visuais de um símbolo, de modo a torná-lo mais adequado para visualização em escalas menores.</p> <p><i>Entrada: ponto, nó de rede</i> <i>Saída: ponto, nó de rede</i></p>	[McSH92]

Exagero	<p>Aumento intencional das dimensões de elementos considerados importantes para um mapa mas que, se representados em suas verdadeiras dimensões, seriam pequenos demais para visualizar.</p> <p><i>Entrada: ponto, linha, polígono, arco uni/bidirecional, nó de rede</i></p> <p><i>Saída: ponto, linha, polígono, arco uni/bidirecional, nó de rede</i></p>	[BJF95]
Fusão	<p>Junção de objetos de área contíguos e de mesma característica, com a eliminação da fronteira entre eles.</p> <p><i>Entrada: polígono</i></p> <p><i>Saída: polígono</i></p>	[McSH92, MAK89]
Refinamento	<p>Abandono de elementos menos significativos, que estejam próximos a elementos mais importantes, de modo a preservar as características do conjunto com uma menor densidade de informação.</p> <p><i>Entrada: linha, polígono</i></p> <p><i>Saída: linha, polígono</i></p>	[OoSc95, OOST95, WEIB96]

Simplificação	<p>Redução da quantidade de vértices usados para representar um objeto, garantindo a integridade topológica do resultado. Usa algoritmos básicos de geometria computacional, complementado por rotinas de verificação topológica.</p> <p><i>Entrada:</i> linha, polígono, arco uni/bidirecional, isolinhas, polígonos adjacentes</p> <p><i>Saída:</i> linha, polígono, arco uni/bidirecional, isolinhas, polígonos adjacentes</p>	<p>[BEAR91, CHCH96, DOPE73, JENK81, LANG69, LIOP92, McSH88, Ophe81, PEUC75, REWI74, RSM78, Tobl64, VIWH93, WEIB95B, ZHSA97, MOWE96]</p>
Suavização	<p>Produção de uma versão mais suavizada do objeto original sem alterar seu nível de detalhamento. A nova versão adquire um contorno menos anguloso, esperado em objetos relacionados a fenômenos naturais.</p> <p><i>Entrada:</i> linha, polígono, arco uni/bidirecional, isolinhas, polígonos adjacentes</p> <p><i>Saída:</i> linha, polígono, isolinhas, arco uni/bidirecional, polígonos adjacentes</p>	<p>[CHAI74 <i>apud</i> McSH92, McSH88, RIES75 <i>apud</i> McSH92]</p>

Tipos de transformações

- Análise espacial
 - Análise de superfícies
 - Classificação
 - Interpolação espacial
 - Pseudocoloração
 - Rasterização
 - Reamostragem
 - Seleção
 - Simbolização
 - Vetorização

Operador	Descrição	Referências
Análise de superfícies	Conjunto de técnicas voltadas para a extração de informação a partir de modelos tridimensionais, em geral de superfícies. Pertencem a este grupo operações como análise de declividade, determinação de áreas de inundação e traçado de perfis de drenagem. <i>Entrada:</i> isolinhas, tesselação, TIN <i>Saída:</i> isolinhas, tesselação, TIN	[BAGA95, BUMC98]
Classificação	Agrupamento de objetos em classes, de acordo com faixas de valores ou valores individuais de algum atributo ou expressão. <i>Entrada:</i> ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, isolinhas, tesselação, TIN, amostras, polígonos adjacentes <i>Saída:</i> ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, isolinhas, tesselação, TIN, amostras, polígonos adjacentes	[BAGA95, BUMC98]
Interpolação espacial	Determinação do valor de um geo-campo em posições quaisquer dadas, a partir dos elementos de sua representação. <i>Entrada:</i> isolinhas, tesselação, TIN, amostras <i>Saída:</i> amostras	[BAGA95, BUMC98, CHOU97]
Pseudocoloração	Modificação da aparência visual de uma célula ou grupo de células, de acordo com faixas de valores ou valores individuais de seus atributos. <i>Entrada:</i> tesselação <i>Saída:</i> tesselação	[GOW187]
Rasterização	Determinação dos valores de células pertencentes a uma tesselação de acordo com a geometria de elementos vetoriais que as interceptam. <i>Entrada:</i> ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, polígonos adjacentes <i>Saída:</i> tesselação	[BUMC98, PAVL82]

Reamostragem	Reconstrução de uma tesselação, a partir da definição de uma nova resolução espacial para ela. O valor associado a cada célula na tesselação resultante é obtido por meio de interpolação sobre a tesselação original. <i>Entrada: tesselação</i> <i>Saida: tesselação</i>	[GOW187]
Seleção	Separação, a partir de um conjunto de objetos, daqueles que têm determinadas características em comum. Corresponde à tradicional operação de consulta em bancos de dados. <i>Entrada: ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, isolinhas, tesselação, TIN, amostras, polígonos adjacentes</i> <i>Saida: ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, isolinhas, tesselação, TIN, amostras, polígonos adjacentes</i>	[MCSH92]
Simbolização	Atribuição de símbolos variados para representar objetos pontuais, de acordo com faixas de valores ou valores individuais de algum atributo ou expressão. <i>Entrada: ponto</i> <i>Saida: ponto</i>	[BAGA95, BUMC98]
Vetorização	Traçado de elementos vetoriais a partir da informação contida em uma tesselação, procurando reconstruir bordas e delimitar objetos significativos. <i>Entrada: tesselação</i> <i>Saida: ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, polígonos adjacentes</i>	[BUMC98, JAWO91]

Tipos de transformações

- Operações auxiliares
 - Eliminação da direção (arco unidirecional → bidirecional)
 - Eliminação de nós desnecessários e fusão de arcos
 - Escolha de atributos gráficos
 - Superposição

Operador	Descrição
Eliminação da direção	<p>Eliminação da informação de direcionamento de um conjunto de arcos unidirecionais, formando arcos bidirecionais.</p> <p><i>Entrada:</i> arco unidirecional</p> <p><i>Saída:</i> arco bidirecional</p>
Eliminação de nós desnecessários e fusão de arcos	<p>Reconstrução da topologia de uma rede da qual tenham sido descartados alguns arcos. Nós que estejam conectados a exatamente dois arcos podem ser eliminados, e os arcos correspondentes podem ser fundidos em um só.</p> <p><i>Entrada:</i> arco uni/bidirecional, nó de rede</p> <p><i>Saída:</i> arco uni/bidirecional, nó de rede</p>
Escolha de atributos gráficos	<p>Estabelecimento de um conjunto de atributos visuais para um objeto, determinando parâmetros como cor, espessura, textura e padrão de preenchimento.</p> <p><i>Entrada:</i> ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, isolinhas, tesselação, TIN, amostras, polígonos adjacentes</p> <p><i>Saída:</i> ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, isolinhas, tesselação, TIN, amostras, polígonos adjacentes</p>
Superposição	<p>Transferência da geometria básica de um objeto para outro, eliminando características desnecessárias para a nova representação</p> <p><i>Entrada:</i> ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, isolinhas, tesselação, TIN, amostras, polígonos adjacentes</p> <p><i>Saída:</i> ponto, linha, polígono, nó de rede, arco uni/bidirecional, isolinhas, tesselação, TIN, amostras, polígonos adjacentes</p>

Diagrama de transformação

- Notação
 - Representação de classes: contorno em linha tracejada significa que a classe resultante não deve ser armazenada, e sim mantida em espaço de armazenamento temporário
 - Conexões: podem existir várias classes de entrada e várias classes de saída, dependendo da operação
 - Operação: indicada em anotação sobre a conexão, incluindo seus parâmetros, se for o caso

De \ Para	Ponto	Linha	Polígono	Arco unidirecional	Arco bidirecional	Nó de rede
Ponto	Seleção (AE)	-	Construção de buffer (G); Agregação (GC); Fecho convexo (G)	-	-	Superposição (A)
Linha	Colapso (GC)	Seleção (AE); Simplificação (GC); Suavização (GC); Combinação (GC)	Construção de buffer (G)	-	Superposição (A)	-
Polígono	Colapso (GC); Determinação do centróide (G)	Esqueletização (G)	Seleção (AE); Simplificação (GC); Suavização (GC); Fusão (GC); Construção de buffer (G)	-	Esqueletização (G)	-
Arco unidirecional	Colapso (GC)	Abandonar direção e topologia de rede (A)	Construção de buffer (G)	Seleção (AE) e eliminação de nós desnecessários (A)	Abandonar direção (A)	-
Arco bidirecional	Colapso (GC)	Abandonar topologia de rede (A)	Construção de buffer (G)	-	Seleção (AE) e eliminação de nós desnecessários (A)	-
Nó de rede	Superposição (A); Abandonar topologia de rede (A)	-	Construção de buffer (G)	-	-	Seleção (AE) e junção de arcos divididos (A)

Legenda: AE - Operador de análise espacial
GC - Operador de generalização cartográfica
G - Operador geométrico
A - Operador auxiliar

Para De	Isolinhas	Tesselação	Amostras	TIN	Polígonos adjacentes
Isolinhas	Seleção (AE); interpolação espacial (AE)	Interpolação espacial (AE)	Seleção (AE) de vértices de isolinhas	Seleção (AE) de vértices de isolinhas e triangulação de Delaunay (G)	Interpolação espacial (AE)
Tesselação	Geração de isolinhas (G)	Reamostragem (AE)	Seleção (AE) de células	Seleção (AE) de células e triangulação de Delaunay (G)	Classificação (GC, AE)
Amostras	Triangulação de Delaunay (G) e geração de isolinhas (G); Interpolação espacial (AE) e geração de isolinhas (G)	Interpolação espacial (AE)	Seleção (AE)	Triangulação de Delaunay (G)	Diagrama de Voronoi (G)
TIN	Geração de isolinhas (G)	Interpolação espacial (AE)	Seleção (AE) de vértices	Seleção (AE) de vértices e triangulação de Delaunay (G)	Classificação (GC, AE)
Polígonos adjacentes	-	Rasterização (AE)	Determinação de centróide (G)	Triangulação de polígonos (G)	Classificação (GC, AE); refinamento (GC); simplificação (GC)

Legenda: AE - Operador de análise espacial
GC - Operador de generalização cartográfica
G - Operador geométrico
A - Operador auxiliar

Para De	Ponto	Linha	Polígono	Arco unidirecional	Arco bidirecional	Nó de rede
Isolinhas	-	Seleção (AE)	Interpolação espacial (AE)	-	-	-
Tesselação	Seleção (AE)	Vetorização (AE); análise de superfícies (AE)	Vetorização (AE); análise de superfícies (AE)	Análise de superfícies (AE)	Análise de superfícies (AE)	Análise de superfícies (AE)
Amostras	Superposição (A)	-	Construção de buffer (G); diagrama de Voronoi (G)	-	-	Superposição (A)
TIN	Seleção (AE) de vértices	Análise de superfícies (AE)	Classificação (GC, AE); análise de superfícies (AE)	Análise de superfícies (AE)	Análise de superfícies (AE)	Análise de superfícies (AE)
Polígonos adjacentes	Colapso (GC)	Esqueletização (G)	Seleção (AE)	Colapso (GC) e análise de vizinhança (AE)	Esqueletização (G); colapso (GC) e análise de vizinhança (AE)	Colapso (GC)

Legenda: AE - Operador de análise espacial
GC - Operador de generalização cartográfica
G - Operador geométrico
A - Operador auxiliar

Para \ De	Isolinhas	Tesselação	Amostras	TIN	Polígonos adjacentes
Ponto	-	-	-	-	Diagrama de Voronoi (G)
Linha	-	-	-	-	Diagrama de Voronoi para linhas (G)
Polígono	-	-	-	-	Diagrama de Voronoi para polígonos (G)
Arco unidirecional	-	-	-	-	Diagrama de Voronoi para linhas (G)
Arco bidirecional	-	-	-	-	Diagrama de Voronoi para linhas (G)
Nó de rede	-	-	-	-	Diagrama de Voronoi (G)

Legenda: AE - Operador de análise espacial
GC - Operador de generalização cartográfica
G - Operador geométrico
A - Operador auxiliar

Diagrama de Transformação, exemplos

Agregação espacial

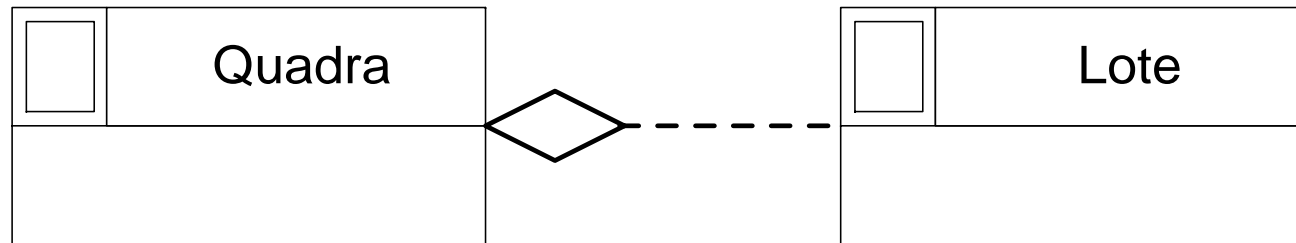


Diagrama de Transformação, exemplos

Generalização conceitual

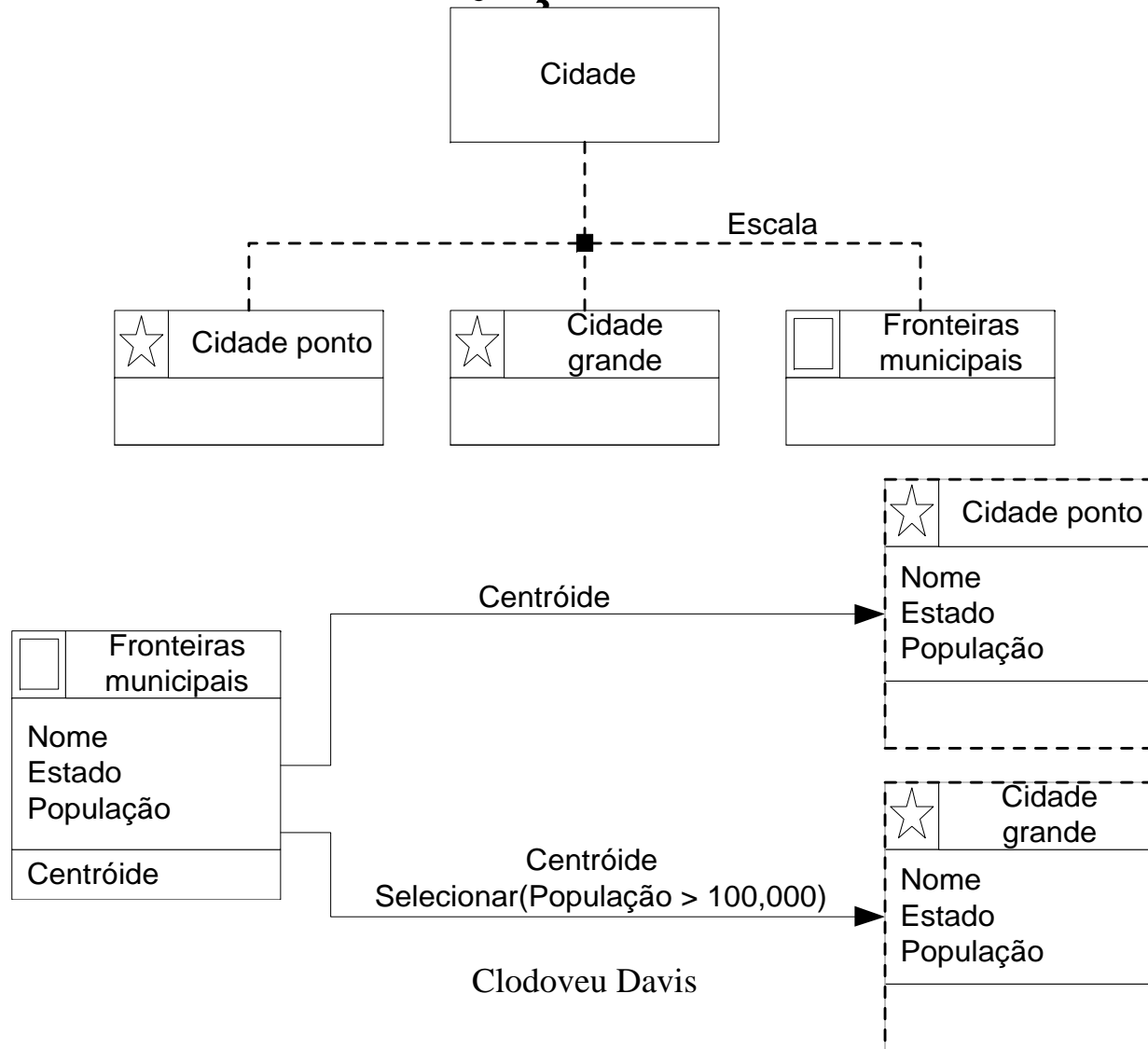


Diagrama de Transformação, exemplos

Operações complexas

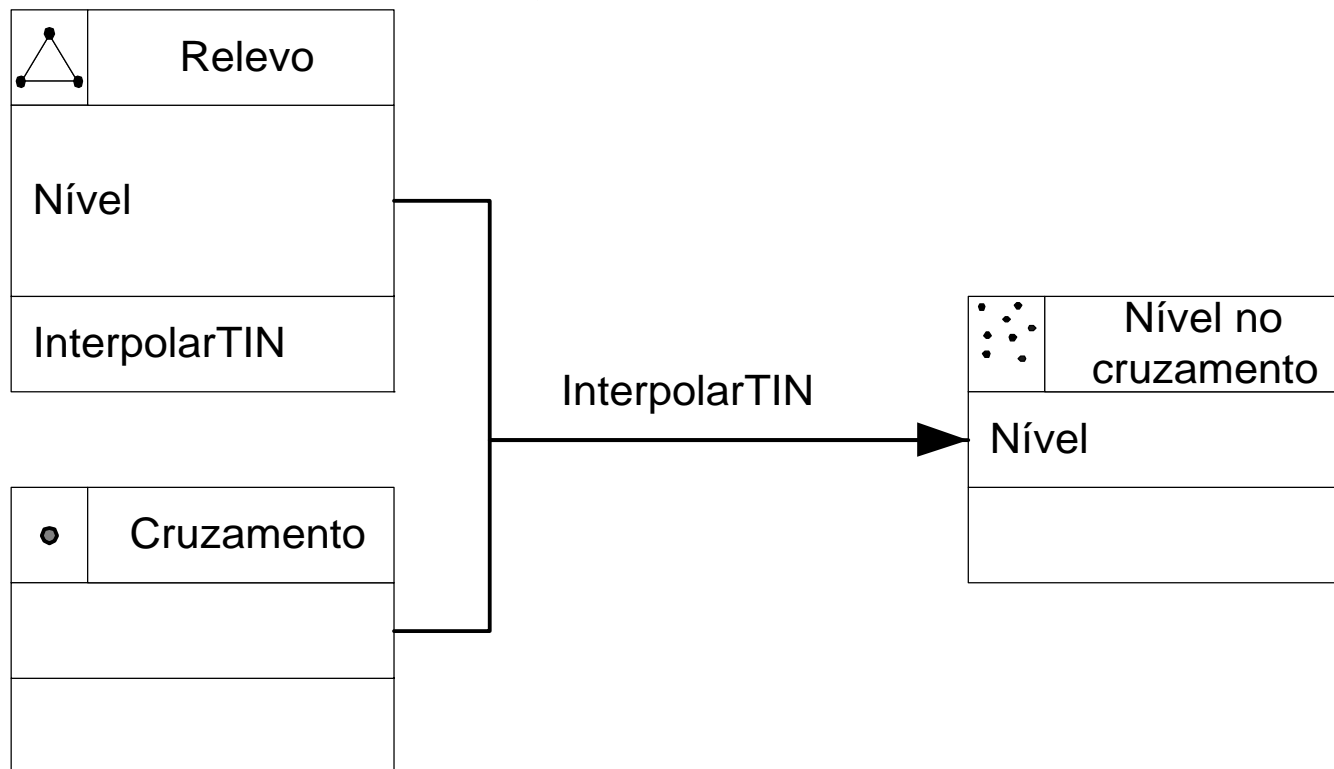


Diagrama de Transformação, exemplo

Análise espacial

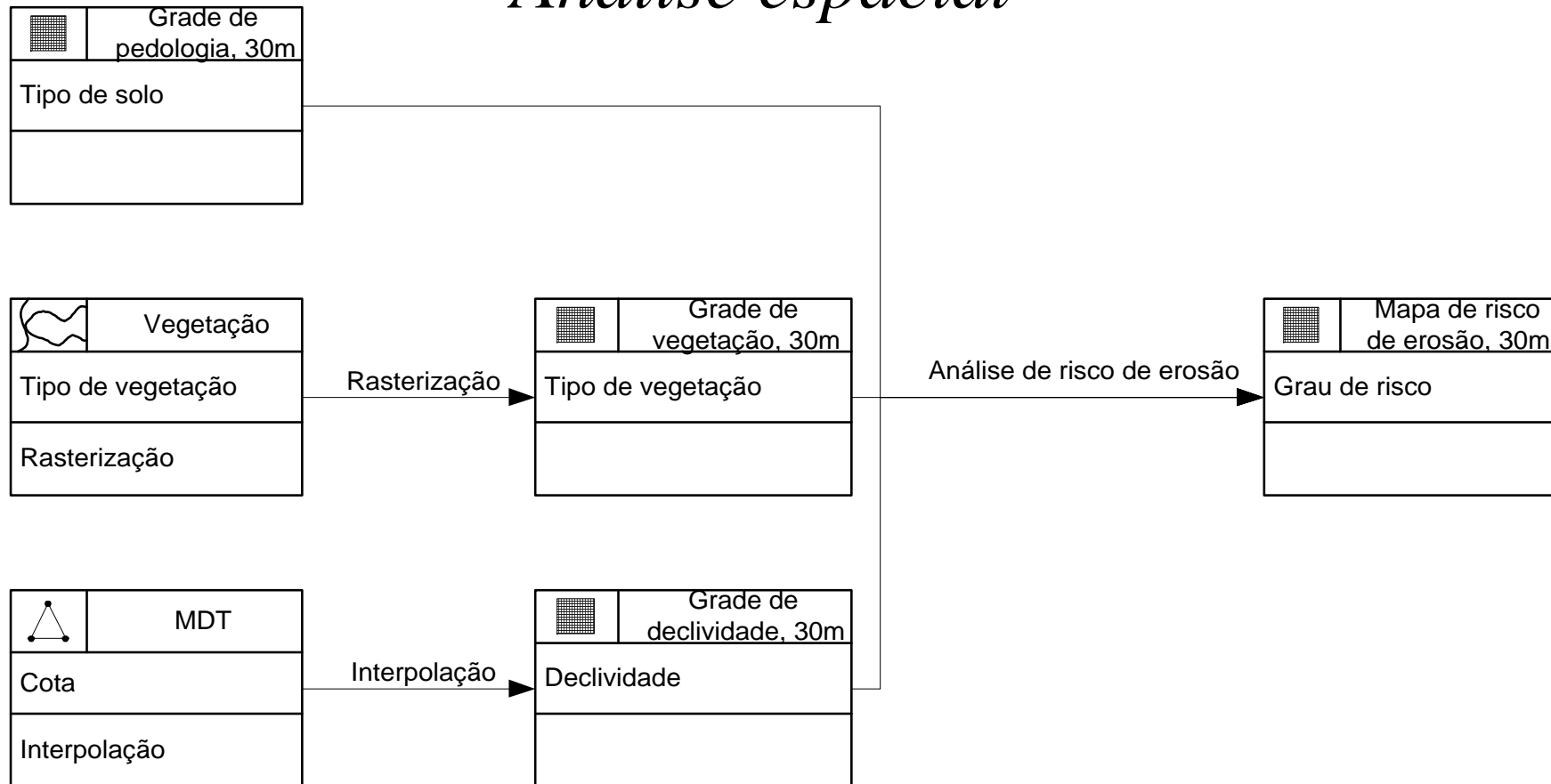


Diagrama de Apresentação

- Pertence ao nível de apresentação
- Define alternativas de apresentação e saída para cada representação definida no nível de representação conceitual
- Pode considerar recursos gráficos e funções disponíveis no SIG subjacente, pois está mais próximo do nível de implementação

Diagrama de apresentação

- Operações
 - Escolha de atributos gráficos
 - Estilo e tamanho de símbolo; cor, tipo e espessura de traço; padrão e cor de preenchimento, pseudocoloração, etc.
 - Determinação da aparência com base em atributos (classificação ou simbolização)
 - Alteração da forma para evitar conflitos visuais na apresentação (deslocamento)
 - Alteração da forma, visando tornar o objeto mais visível ou mais destacado (destaque, exagero)

Representação	Escolha de atributos gráficos	Classificação e simbolização	Deslocamento	Destaque	Exagero
Ponto	✓	✓	✓	✓	
Linha	✓	✓	✓		✓
Polígono	✓	✓	✓		✓
Arco unidirecional	✓	✓	✓		✓
Arco bidirecional	✓	✓	✓		✓
Nó de rede	✓	✓	✓	✓	
Isolinhas	✓	✓			
Tesselação	✓	✓			
Amostras	✓	✓	✓	✓	
TIN	✓	✓			
Polígonos adjacentes	✓	✓			

Diagrama de apresentação

- Notação
 - Lado esquerdo: notação de classe
 - Lado direito: retângulo tracejado dividido em três partes
 - Topo: nome da classe, nome da apresentação, finalidade
 - Inferior esquerdo: simbologia a adotar e parâmetros da legenda
 - Inferior direito: detalhamento da simbologia (nomes de símbolos, cores, etc.)
 - Conexão: em linha tracejada, indica a operação que é aplicada sobre as instâncias

Diagrama de Apresentação, exemplos

Variação de simbologia

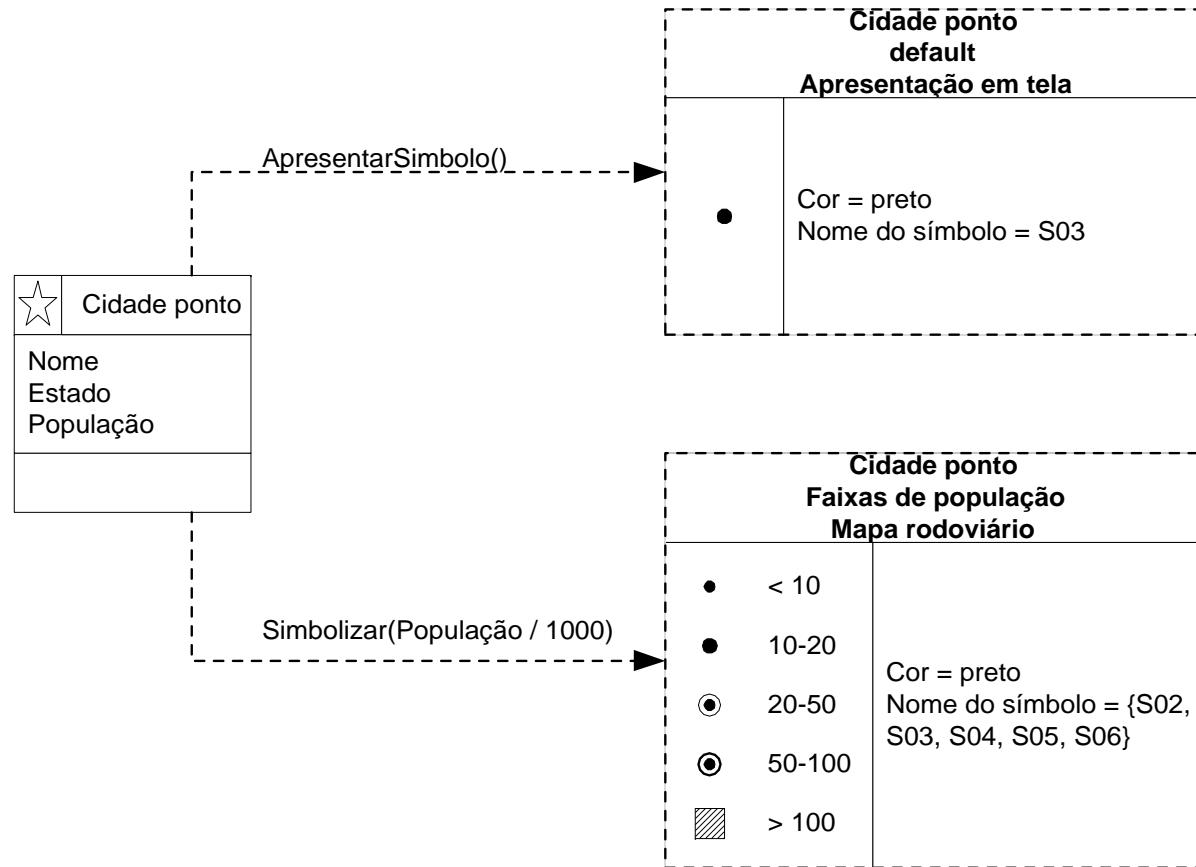


Diagrama de Apresentação, exemplos

Especificação de mapas temáticos

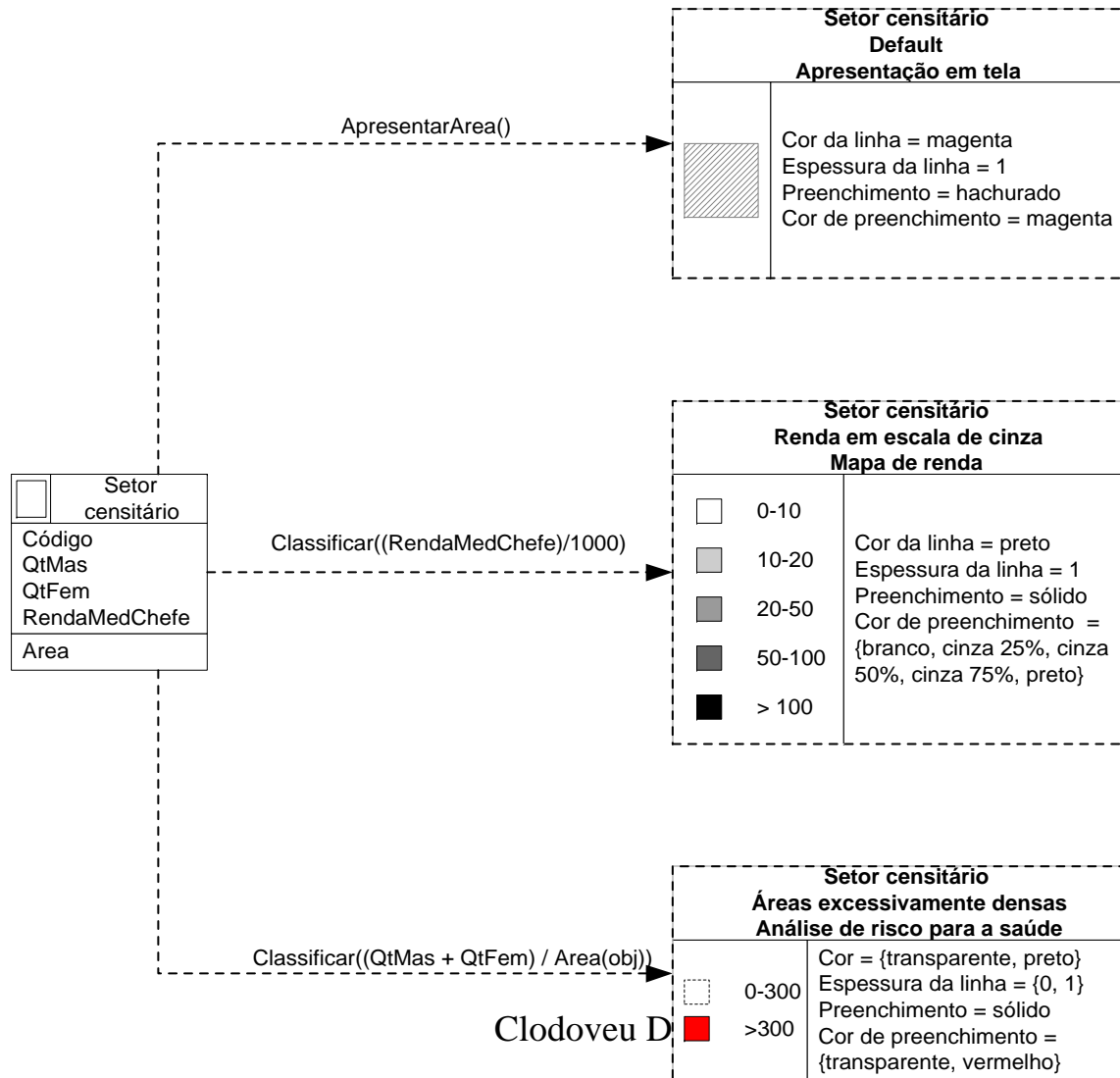


Diagrama de Apresentação, exemplos

Classificação viária

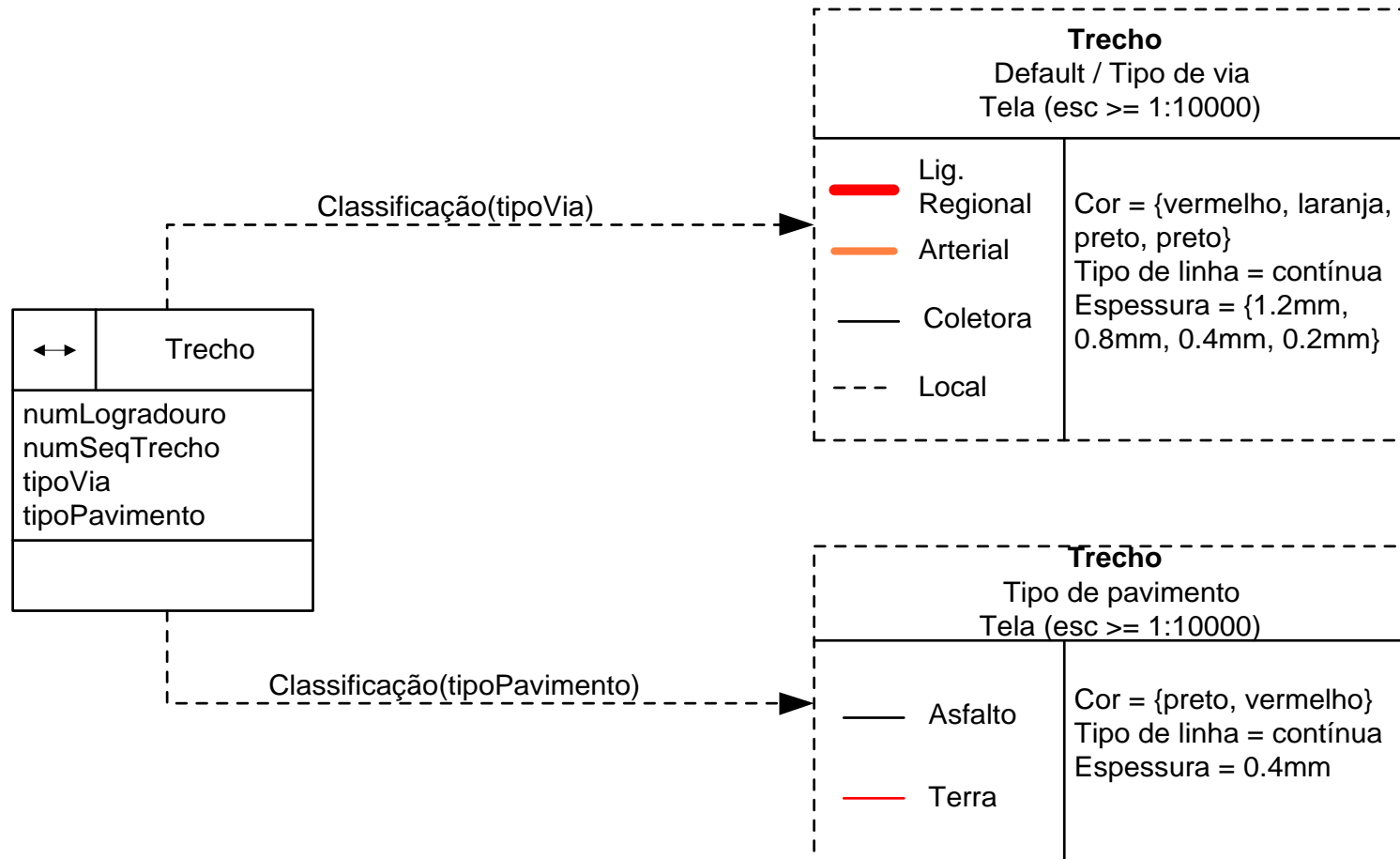
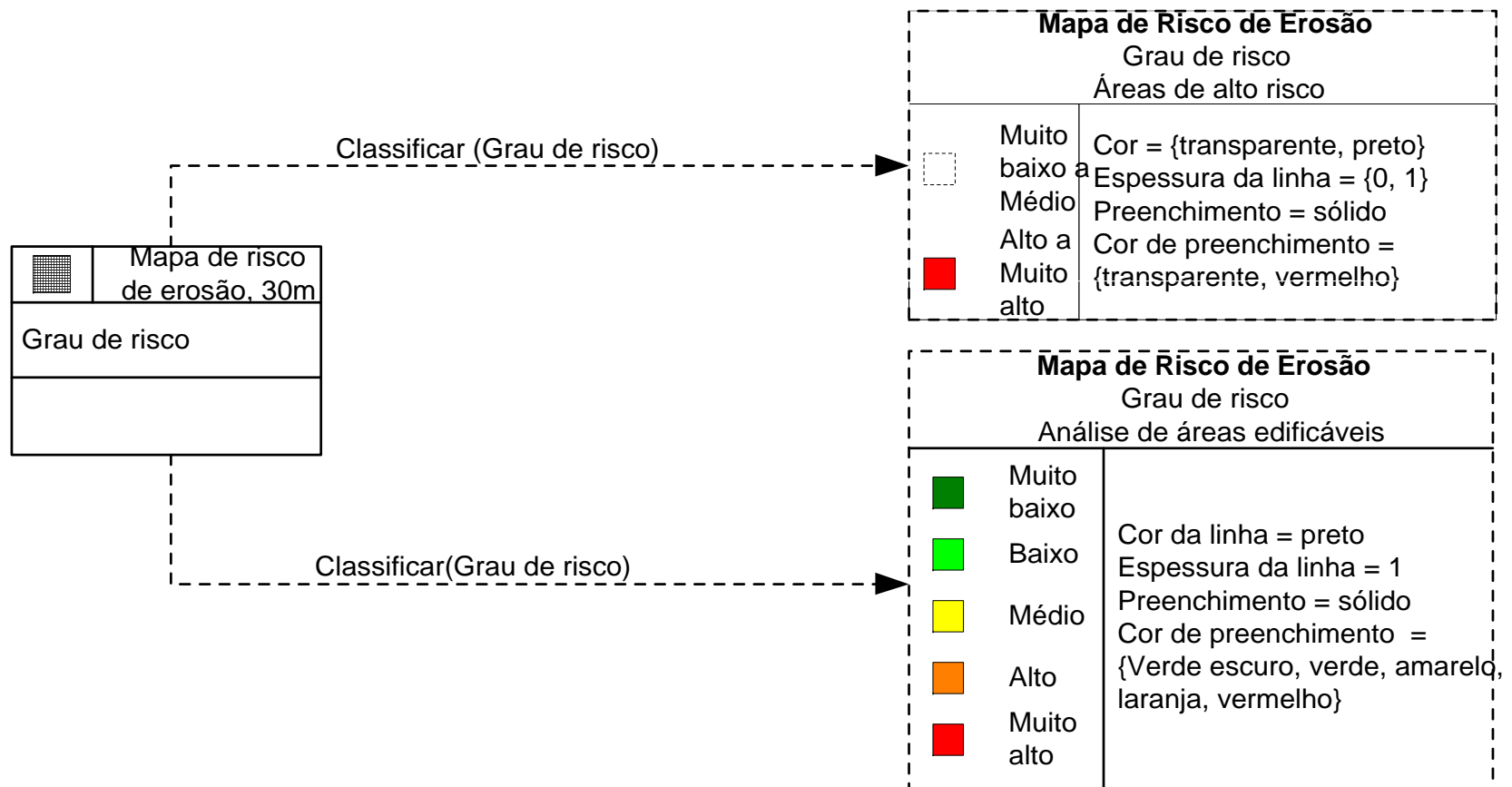


Diagrama de Apresentação, exemplo

Especificação de mapas temáticos

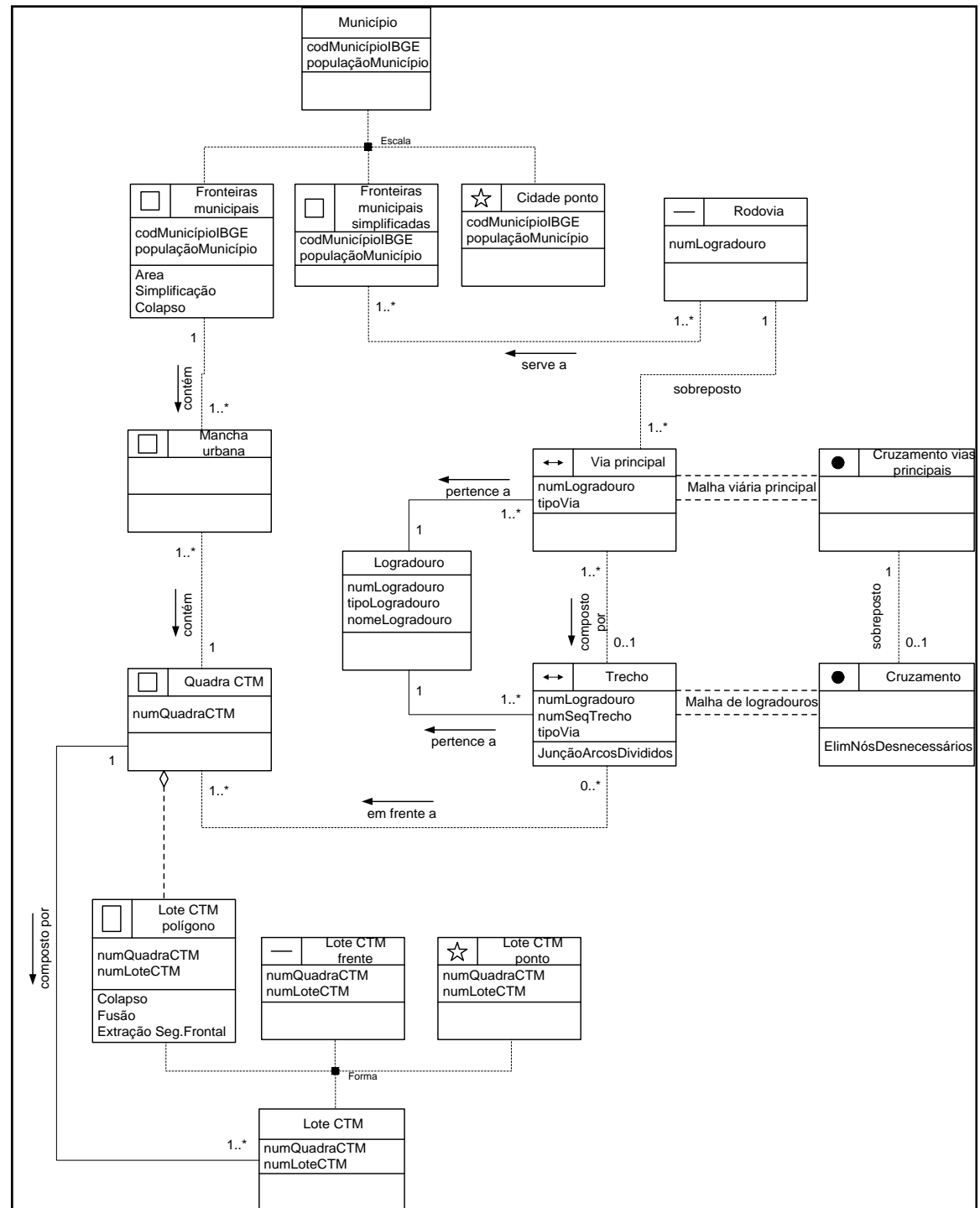


Exemplo de Modelagem

- Exemplo de aplicação dos conceitos desenvolvidos
- Aspectos
 - Cadastro técnico municipal (CTM)
 - estruturação da ocupação do solo urbano em quadras, lotes e vias públicas
 - Gerenciamento de transportes e trânsito
 - estruturação do sistema viário
 - Mapeamento em escala regional
 - ocupação do território e acessos

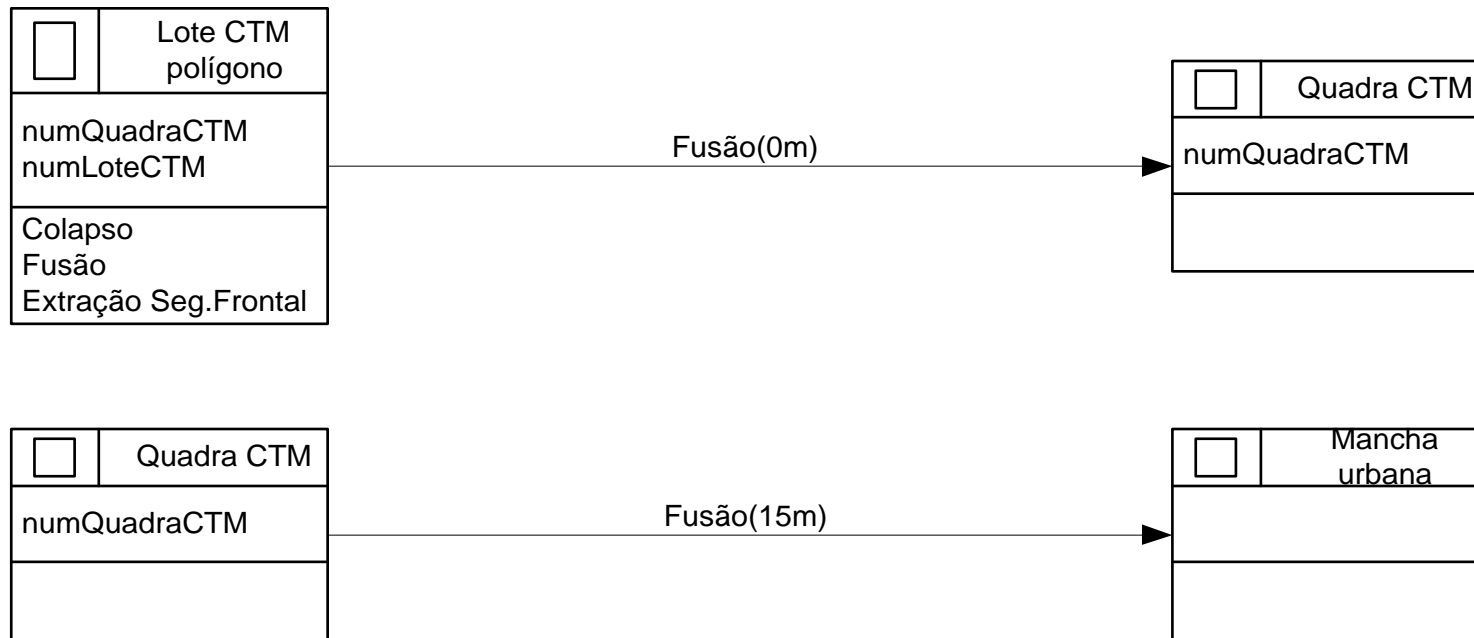
Exemplo de Modelagem

- Diagrama de classes



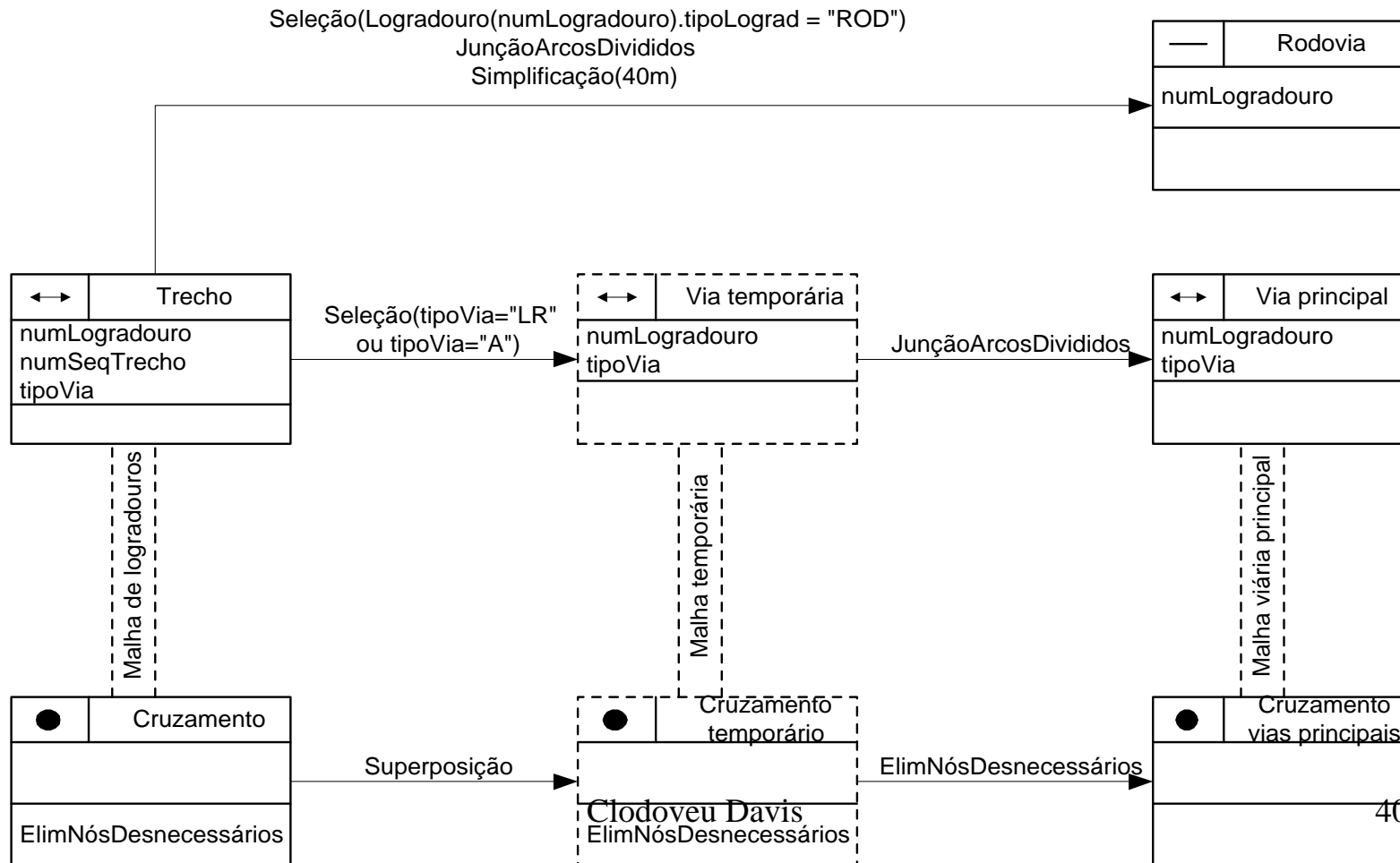
Exemplo de Modelagem

- Diagrama de transformação (1)



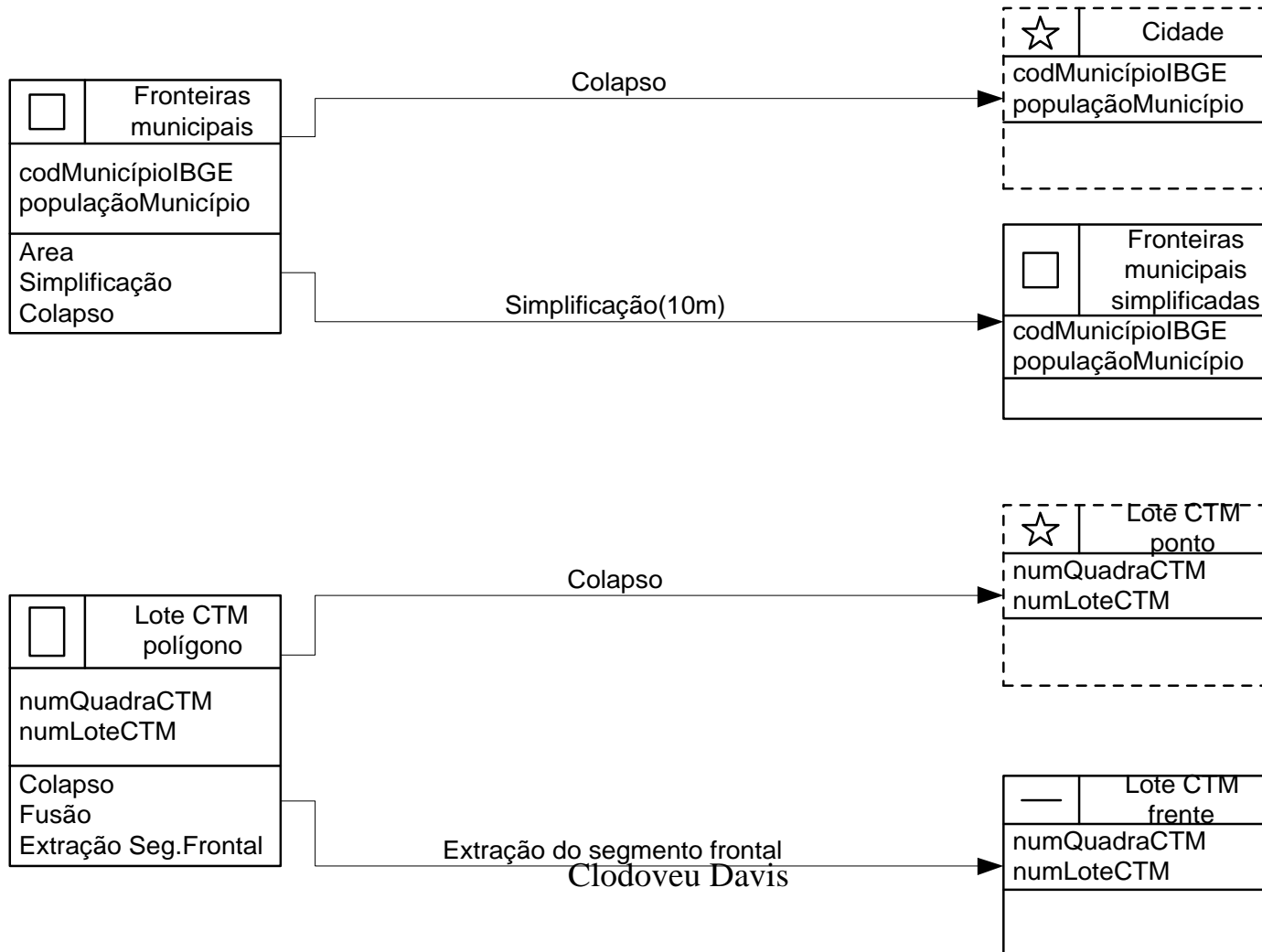
Exemplo de Modelagem

- Diagrama de transformação (2)



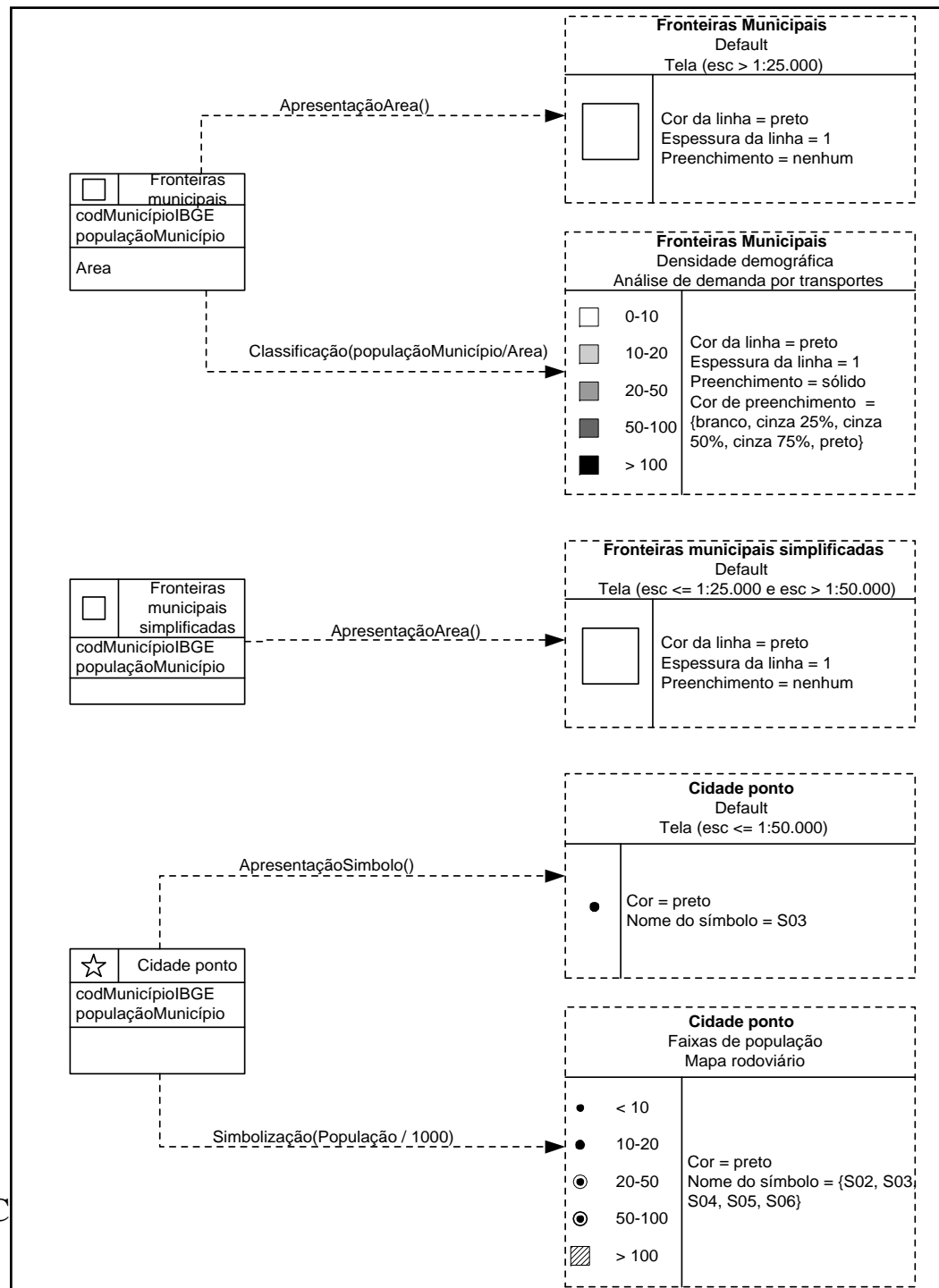
Exemplo de Modelagem

- Diagrama de transformação (3)



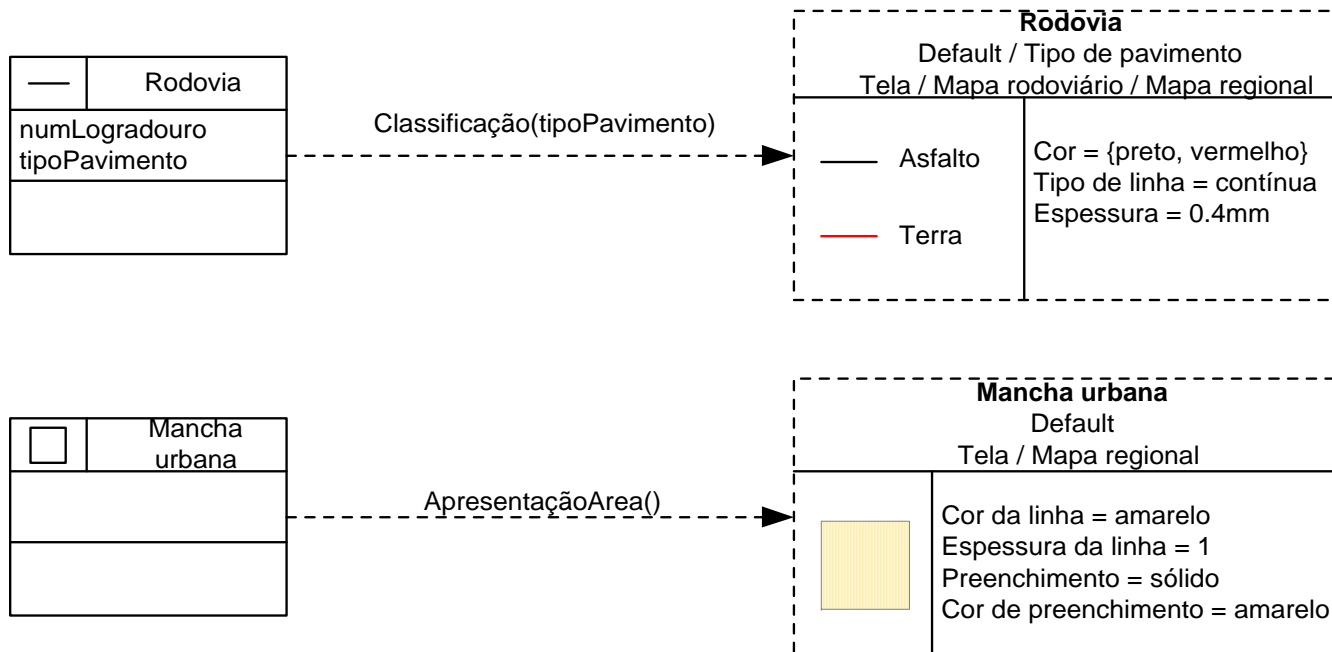
Exemplo de Modelagem

- Diagrama de apresentação (1)



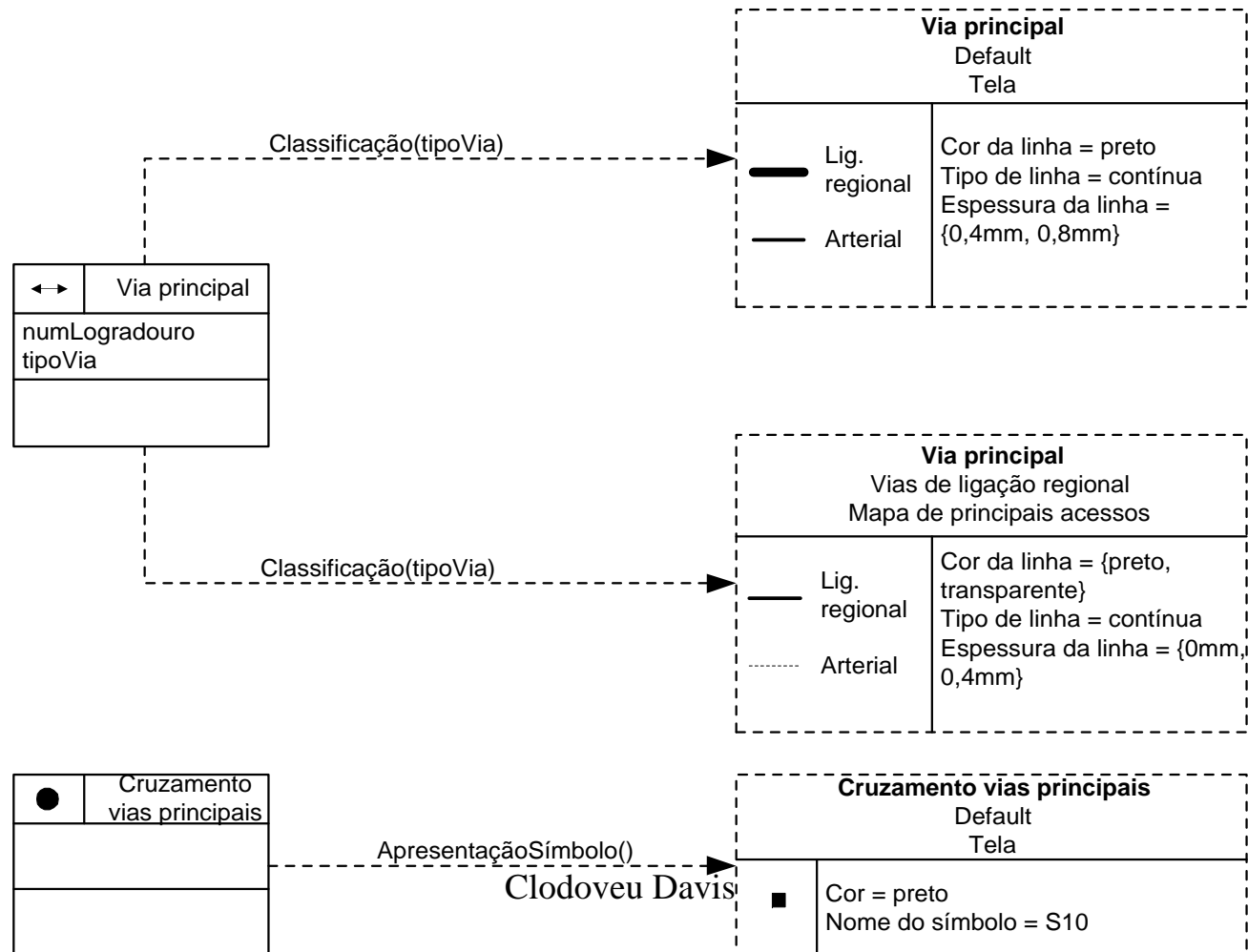
Exemplo de Modelagem

- Diagrama de apresentação (2)



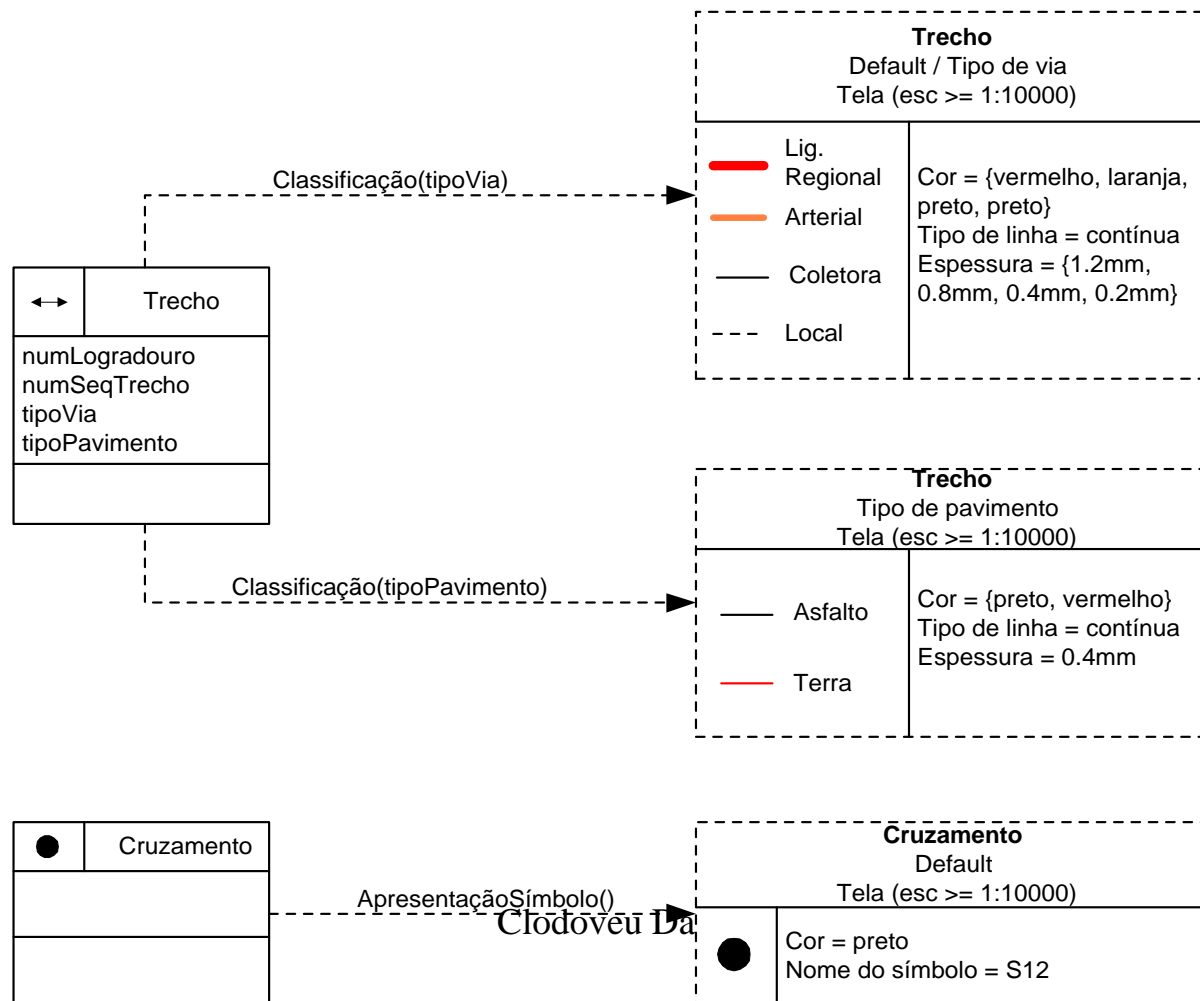
Exemplo de Modelagem

- Diagrama de apresentação (3)



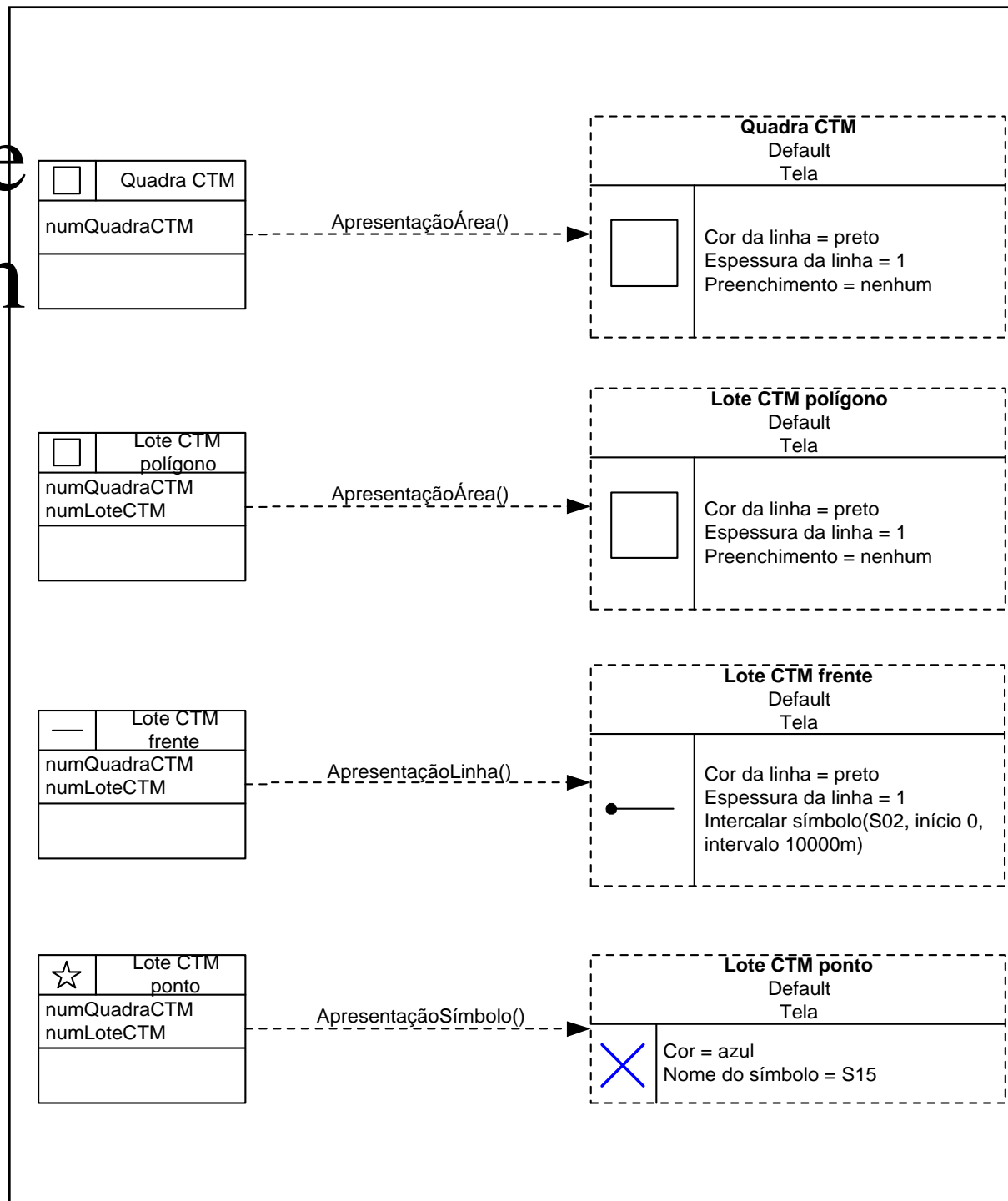
Exemplo de Modelagem

- Diagrama de apresentação (4)



Exemplo de Modelagem

- Diagrama de apresentação (5)



Exemplo de Modelagem

- Observações
 - Os diagramas de classes e de transformação são independentes da implementação
 - O diagrama de apresentação pode usar elementos do SIG que será adotado
 - A implementação vai se beneficiar do maior detalhamento das especificações
 - As funções não disponíveis no SIG podem ser implementadas visando sua função na aplicação
 - O conjunto de funções necessárias pode apoiar a escolha de um SIG para suportar a implementação