

Conceitos Básicos

FRANCISCO PAULO DE FREITAS NETO

F.FREITAS@IFPB.EDU.BR

Sistemas de Informação Geográfica

São sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos

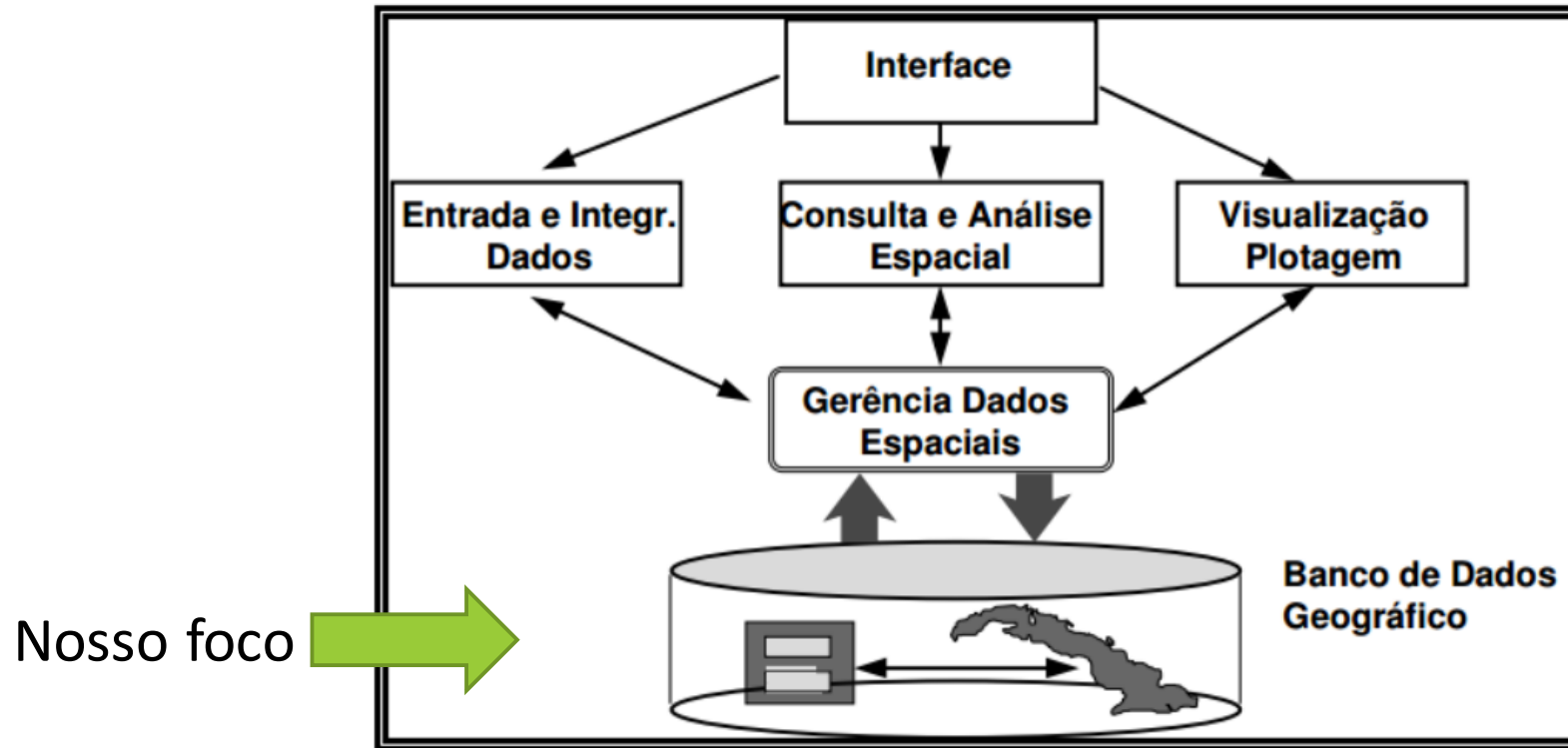
Diferem dos sistemas convencionais pelo fato de permitirem manipular além de atributos descritivos, as **geometrias**.

A partir de um SIG é possível:

- Integrar em uma base de dados diversos tipos de informações espaciais
- Oferecer mecanismos para manipular dados geográficos

Sistemas de Informação Geográfica

A arquitetura básica de um SIG é semelhante à figura abaixo:



Bancos de Dados Geográfico

Também chamados de **Bancos de Dados Espaciais**.

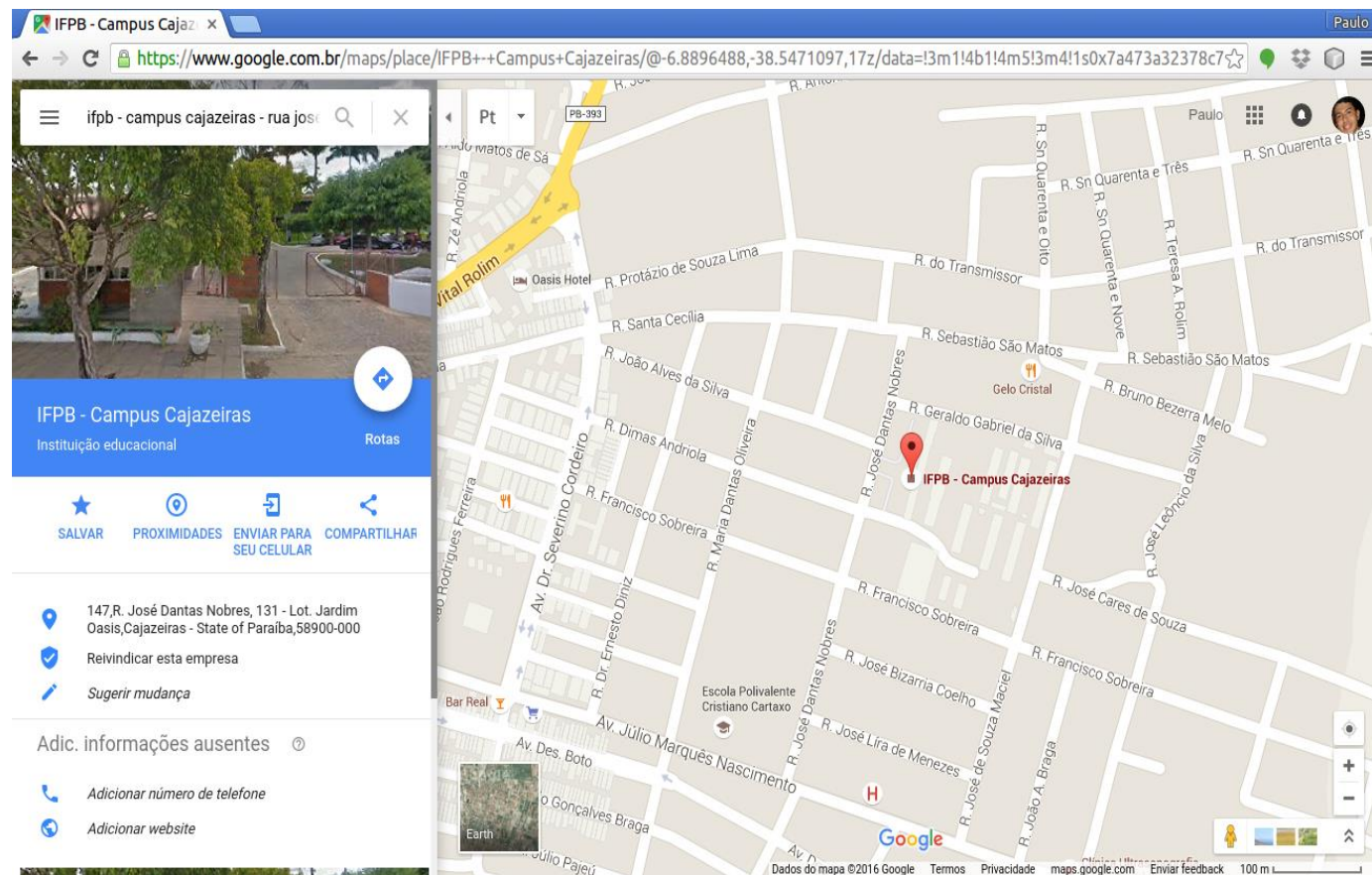
Permite o armazenamento de informações geométricas nas tabelas, possibilitando a realização de análises e consultas espaciais.

A maioria dos SGBDs, como PostgreSQL, MySQL e Oracle possuem extensões para trabalhar com dados geográficos.

Conceitos Básicos

Informação geográfica:

- Apresentam duas características para representar uma entidade do mundo real:
 - Localização geográfica: coordenadas em um espaço
 - Atributos descritivos: informações que descrevem essa entidade.



Conceitos Básicos

Informação Geográfica

- Um banco de dados geográfico manipula os dados descritivos associados a uma localização geográfica através da **Análise Espacial** das coordenadas e do **Relacionamento Espacial** entre elas.



Representação

A US National Digital Cartographic Standard padronizou os principais termos utilizados na área:

- Elementos modelados em um BD geográfico têm duas identidades: **Entidade** (Realidade) e **Objeto** (banco)
- **Entidade**: Qualquer fenômeno, geográfico da natureza, ou resultante da ação do homem, que é interessante para o domínio de uma aplicação.
- **Objeto**: Representação digital da entidade, ou parte dela. Varia de acordo com a escala utilizada.

Representação

Cada tipo de entidade em um BD Geográfico é representado de acordo com um tipo de objeto espacial apropriado.

Esses objetos são classificados pelas suas dimensões espaciais:

Dimensão	Tipo	Descrição
0D	Ponto	Objeto com posição no espaço, mas sem comprimento
1D	Linha	Objeto com comprimento, composto por um ou mais pontos
2D	Área	Objeto com comprimento e largura, limitado por pelo menos 3 objetos 1D
3D	Volume	Objeto com comprimento, largura e altura, limitado por pelo menos 4 objetos 2D

Representação

Ponto

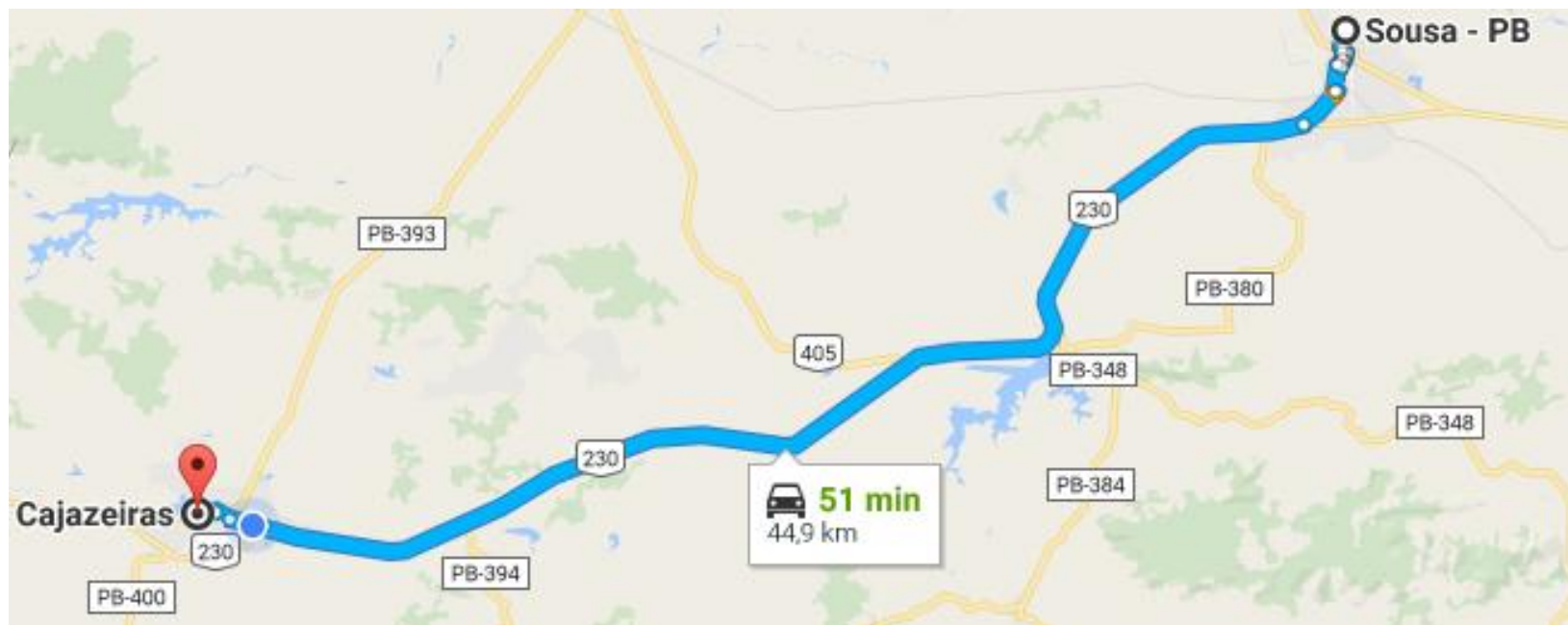
- São objetos de dimensão zero, representados por um par de coordenadas x,y
- Pode ser utilizado para representar entidades cuja forma não seja significativa.
- Pode variar segundo a escala utilizada.



Representação

Linha

- Objetos de dimensão um, que possuem distribuição espacial linear.
- Possui comprimento.



Representação

Polígono

- Entidade com características bidimensionais
- Utilizado para representar entidades cuja área é relevante
- Possui área



Representação - OGC

Nos bancos de dados, as entidades possuem uma forma própria de representação criada pelo OGC (*Open Spatial Consortium*).

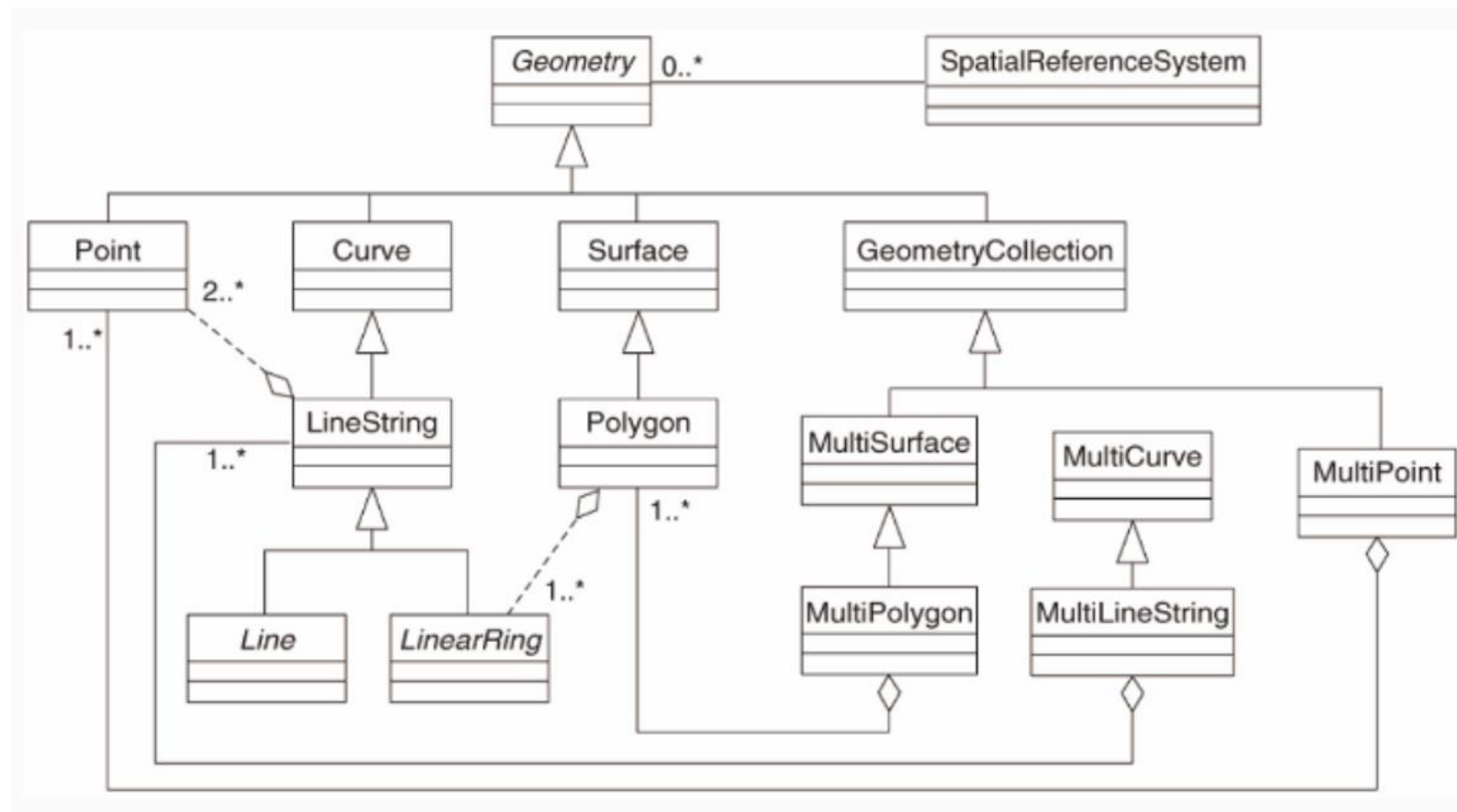
- Foi criado em 1994
- Missão: "conduzir o desenvolvimento global, a disseminação e a compatibilização de padrões abertos e arquiteturas que viabilizem a integração de dados geográficos e serviços com as mais diversas aplicações e incentivem a geração de negócios na área de geotecnologias"
- Conhecido antigamente como OpenGIS



Open Geospatial Consortium

<http://www.opengeospatial.org/standards>

Representação OGC



Representação - OGC

Geometria	SQL	Descrição
Ponto	POINT (10 10)	Um ponto
Linha	LINESTRING(10 10, 20 20)	Uma linha com dois pontos
Polígono	POLYGON((10 10, 20 30, 30 10, 10 10))	Um polígono com três pontos
Múltiplos pontos	MULTIPOINT(10 10, 20 20)	Um multipoint com dois pontos
Múltiplas linhas	MULTILINESTRING((10 10, 20 20), (20 20, 30 30))	Um multilinestring com duas linhas
Múltiplos polígonos	MULTIPOLYGON(((10 10, 20 30, 30 10, 10 10)), ((60 60, 70 70, 80 60, 60 60)))	Um multipolygon com dois polígonos
Coleção de geometrias	GEOMETRYCOLLECTION(POINT(10 10), LINESTRING(15 15, 20 20))	Uma coleção de geometria com um ponto e uma linha

Relacionamentos Espaciais

As entidades do mundo real são caracterizadas pelos seus atributos espaciais, não espaciais e no relacionamento entre outras entidades

Existem diversos relacionamentos possíveis, dentre eles:

Tipo	Descrição	Exemplo
Entre pontos	Vizinhança	Quais as cidades distantes até 50 km de Cajazeiras?
Entre linhas	Cruza	Quais ruas cruzam a avenida Julio Marques do Nascimento?
Entre áreas	É adjacente	Quais bairros são adjacentes ao Jardim Oásis?

Persistência e Manipulação

Existem basicamente duas soluções:

- **Arquivo:** Além das operações de Entrada e Saída, todas as rotinas de manipulação dos dados terão que ser implementadas na aplicação
- **Banco de Dados:** Além de abstrair as operações de Entrada e Saída, todas as rotinas já estão implementadas. Outra vantagem é que o processamento passa a ser realizado no banco, desafogando a aplicação.

Persistência em arquivos

A Environment Systems Research Institute (**ESRI**) comercializa um conjunto de sistemas para processamento de informações geográficas chamado ArcGIS;

O ArcGIS possui um formato proprietário chamado **Shapefile**.



Persistência em arquivos

O shapefile é um arquivo vetorial que pode ser utilizado em diversas aplicações.

É composto basicamente por:












- Arquivo **.shp**: Dados vetoriais
- Arquivo **.bdf**: Informações sobre os vetores contidos no shapefile
- Arquivo **.shx**: Determina o vínculo entre o .shp e o .bdf

Persistência em arquivos

E onde podemos encontrar shapefiles?

- O site do IBGE possui diversos arquivos
- ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas_digitais/

Índice de /malhas_digitais/

Nome	Tamanho	Data da modificação
 [diretório pai]		
 censo_2000/		05/01/12 21:00:00
 censo_2007/		19/03/14 21:00:00
 censo_2010/		01/09/15 10:23:00
 municipio_2000/		10/08/15 14:20:00
 municipio_2001/		06/01/12 21:00:00
 municipio_2005/		05/01/12 21:00:00
 municipio_2007/		05/01/12 21:00:00
 municipio_2010/		28/07/15 10:16:00
 municipio_2013/		11/08/15 17:56:00
 municipios_1872_1991/		27/11/13 21:00:00

Persistência em BD

Existem soluções livres e proprietárias

Um SGBD geográfico permite a recuperação de informações segundo critérios de natureza espacial e não espacial.

Para realizar as consultas são necessários **tipos especiais de dados** e um conjunto de **operadores espaciais**.

Os objetos elementares são: ponto, linha e superfície. Outros TAD podem ser definidos pelo usuário.

Consultas Espaciais

As operações podem ser realizadas tanto com primitivos, quanto com derivados.

As consultas podem ser:

- Unárias
- Binárias

As consultas unárias podem ser:

Resultado	Descrição	Exemplo
Booleano	Verificar uma propriedade	Testar se uma geometria é fechada
Escalar	Determinação de comprimento	Determinar a área de uma geometria
Espacial	Transformação do objeto	Mínimo retângulo envolvente, Centroid, Buffer...

Consultas Espaciais

As consultas binárias podem ser:




Resultado	Descrição	Exemplo
Booleano	Predicados espaciais	Topológicos (contém, disjunto, intercepta, adjacente) direcionais (acima, abaixo, à esquerda...)
Escalar	Distância entre objetos	Distância entre dois polígonos
Espacial	Gerar novo objeto espacial	Interseção, União, Diferença

Consultas Espaciais

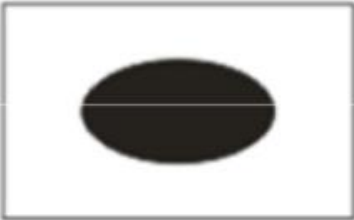


A maioria dos bancos geográficos utiliza um modelo formal chamado: *"The dimensionally extended 9 intersection model"*

Esse formalismo é uma definição matemática dos relacionamentos especiais binários, através de uma matriz de interseção.

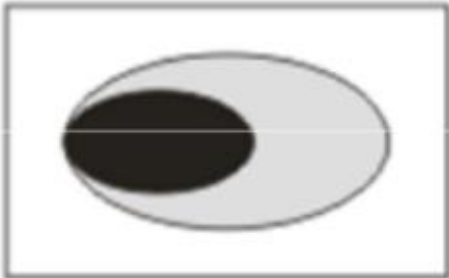
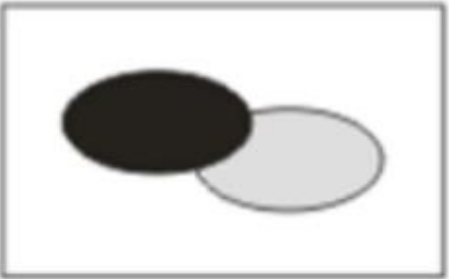
The dimensionally extended 9 intersection model

Tipo	Matriz de Interseção				Representação Visual
A disjoint B B disjoint A		I (A)	F(A)	<u>E(A)</u>	
	I(B)	F	F	V	
	F(B)	F	F	V	
	E(B)	V	V	V	
B contains A A inside B		I (A)	F(A)	<u>E(A)</u>	
	I(B)	V	V	V	
	F(B)	F	F	V	
	E(B)	F	F	V	
A contains B B inside A		I (A)	F(A)	<u>E(A)</u>	
	I(B)	V	F	F	
	F(B)	V	F	F	
	E(B)	V	V	V	

The dimensionally extended 9 intersection model

Tipo	Matriz de Interseção				Representação Visual
A equals B B equals A		I (A)	F(A)	<u>E(A)</u>	
	I(B)	V	F	F	
	F(B)	F	V	F	
	E(B)	F	F	V	
A meets B B meets A		I (A)	F(A)	<u>E(A)</u>	
	I(B)	F	F	V	
	F(B)	F	V	V	
	E(B)	V	V	V	
B coveredBy A A covers B		I (A)	F(A)	<u>E(A)</u>	
	I(B)	V	F	F	
	F(B)	V	V	F	
	E(B)	V	V	V	

The dimensionally extended 9 intersection model

Tipo	Matriz de Interseção				Representação Visual
B covers A A coveredBy B		I (A)	F(A)	<u>E(A)</u>	
	I(B)	V	V	V	
	F(B)	F	V	V	
	E(B)	F	F	V	
A overlaps B B overlaps A		I (A)	F(A)	<u>E(A)</u>	
	I(B)	V	V	V	
	F(B)	V	V	V	
	E(B)	V	V	V	