

Cartografia (2020)

Edenilson Nascimento / Tony Sampaio / Everton Passos

Semana 1 – 04/03

- Acolhida – semana do calouro

Semana 1 – 04/03

- Acolhida – semana do calouro

Semana 2 e 3 – 11/03 a 18/03

Apresentação

- Apresentação do programa
- Horários (1º chamada 30min após início das aulas e, 2º no final)
- Salas (T2 e LabSIG)
- Forma de avaliação
 - Prova teórico-prática (10) – 15/04/2020
 - Prática com dados geoespaciais (10) – 10/06/2020
 - Atividades práticas de sala (10) – datas em destaque
 - Elaboração e apresentação de plano de aula – definir série (10) – 03/06/2020

Ementa

- Conceitos básicos (Histórico; Diferença entre Cartografia, Cartografia Digital, SIG e topografia; Sistema GNSS; Classificação dos produtos cartográficos), Elementos de Geodésia (Forma da Terra; Representações cartográficas; Superfícies de referência; Superfícies de projeção), Sistema UTM (Características do Sistema UTM; Transformações), Tipologia e modelos de dados (Dados matriciais: estrutura de dados matriciais; Dados vetoriais: estrutura de dados vetoriais), Escala (dados analógicos; dados vetoriais e dados matriciais; Acurácia posicional vertical e horizontal - ET-CQDG), Edição de dados vetoriais (Normas brasileiras e internacionais - ET-EDGV, ET-ADGV, ISOs..., Qualidade de dados cartográficos digitais, Consistência lógica, Completude, Linhagem e metadados, Generalização Cartográfica). Cartografia aplicada ao ensino. Atividades práticas e de campo.

Programa

- Introdução (Histórico, Diferença entre Cartografia, Cartografia Digital, SIG e topografia; Sistema GNSS; Classificação dos produtos cartográficos);
- Elementos de Geodésia (Forma da Terra; Representações cartográficas; Superfícies de referência; Superfícies de projeção; Transformações de sistemas geodésicos);
- Sistema UTM (Características do Sistema UTM);
- Tipologia e modelos de dados (Dados matriciais: estrutura de dados matriciais; Dados vetoriais: estrutura de dados vetoriais; Normas brasileiras e internacionais - ET-EDGV);
- Escala (dados analógicos; dados vetoriais e dados matriciais; Acurácia posicional vertical e horizontal - ET-CQDG);
- Edição de dados vetoriais (Normas brasileiras e internacionais - ET-EDGV, ET-ADGV, ISOs)
- Qualidade de dados cartográficos digitais (Consistência lógica, Completude, Linhagem e metadados, Generalização Cartográfica);
- Cartografia aplicada ao ensino (Análise e produção de material didático);
- Atividades práticas e de campo (Levantamento e manipulação de dados).

Objetivo

- Capacitar para leitura, produção e análise de produtos cartográficos.

Bibliografia

- SAMPAIO, T. V. M.; BRANDALIZE, M. C. B. **Cartografia Geral e Temática**. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/site/ppggeografia/wp-content/uploads/sites/71/2018/03/cartografia-geral-digital-e-tematica-b.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2018.
- ET-EDGV - Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (define um modelo conceitual). Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/inde2>>. Acesso em: 25 fev. 2019.
- ET-ADGV - Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (define regras de aquisição da geometria dos dados). Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/inde2>>. Acesso em: 25 fev. 2019.
-
- ET-CQDG - Especificação Técnica para Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (define os procedimentos para o controle de qualidade dos produtos). Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/inde2>>. Acesso em: 25 fev. 2019.
- MATOS, J. L. DE. **Fundamentos de informação geográfica**. 5º ed. Lisboa: Lidel, 2008.
-
- MENEZES, P. M. L. & FERNANDES, M. C., 2013. **Roteiro de Cartografia**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos

- Prova 15/04 (Bibliografia)
- Capítulos 1 e 2 (p. 13 a 48) Livro Roteiro de Cartografia – Paulo M.L. Menezes e Manuel C. Fernandes (2013)
- **EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CARTOGRAFIA NO BRASIL - INSTITUIÇÕES, FORMAÇÃO PROFISSIONAL E TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS - Rosely Sampaio Archela** Universidade Estadual de Londrina – RBC 2007
- Conceitos/exercícios apresentados nos slides

Início

- **Conceitos básicos (Histórico;** Diferença entre Cartografia, Cartografia Digital, SIG e topografia; Sistema GNSS; Classificação dos produtos cartográficos)
- A coordenada geográfica e o processo de mapeamento
- A importância da cartografia
- Mudanças de paradigma

Conceitos básicos de Cartografia

- “Vocábulo criado pelo historiador português Visconde de Santarém, em carta de 8 de dezembro de 1839, escrita em Paris, e dirigida ao historiador brasileiro Adolfo Varnhagen. Antes o vocábulo usado tradicionalmente era cosmografia.”
- Cêurio de Oliveira - Dicionário disponível na biblioteca IBGE
- “A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos científicos, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização.”
- (Associação Cartográfica Internacional – ACI & UNESCO).

- “Arte de traçar ou gravar cartas geográficas ou topográficas.”
(Dicionário Aurélio)
- “Cartografia, no sentido lato da palavra, não é apenas uma das ferramentas básicas do desenvolvimento econômico, mas, é a primeira a ser usada antes que outras ferramentas possam ser postas em trabalho.”
- ONU

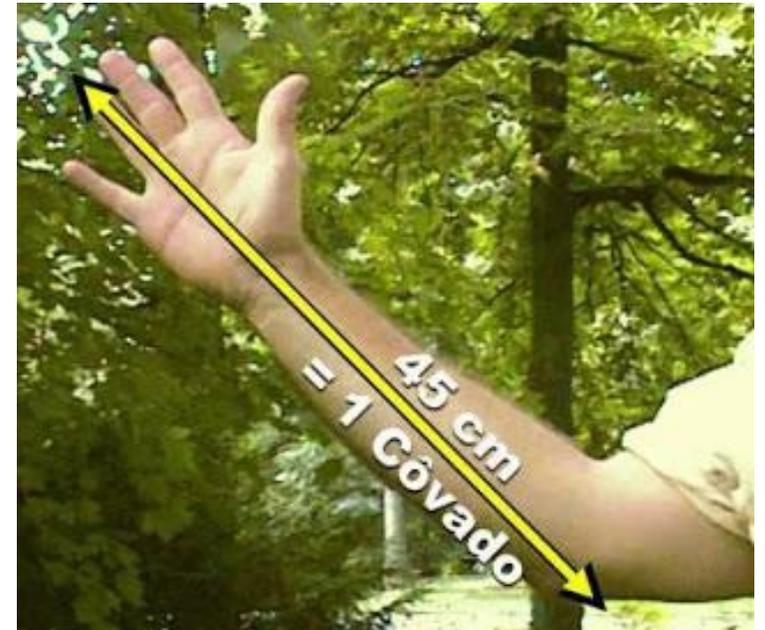
- “A Cartografia é a ciência que se ocupa da elaboração de mapas de toda espécie. Abrange todas as fases dos trabalhos, desde os primeiros levantamentos até a impressão final dos mapas.”
- Cêurio de Oliveira

Cartografia - aspectos Históricos

- Leitura complementar – obrigatória - prova
 - Capítulos 1 e 2 (p. 13 a 48) Livro Roteiro de Cartografia – Paulo M.L. Menezes e Manuel C. Fernandes (2013)
 - **EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CARTOGRAFIA NO BRASIL - INSTITUIÇÕES, FORMAÇÃO PROFISSIONAL E TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS - Rosely Sampaio Archela** Universidade Estadual de Londrina – RBC 2007

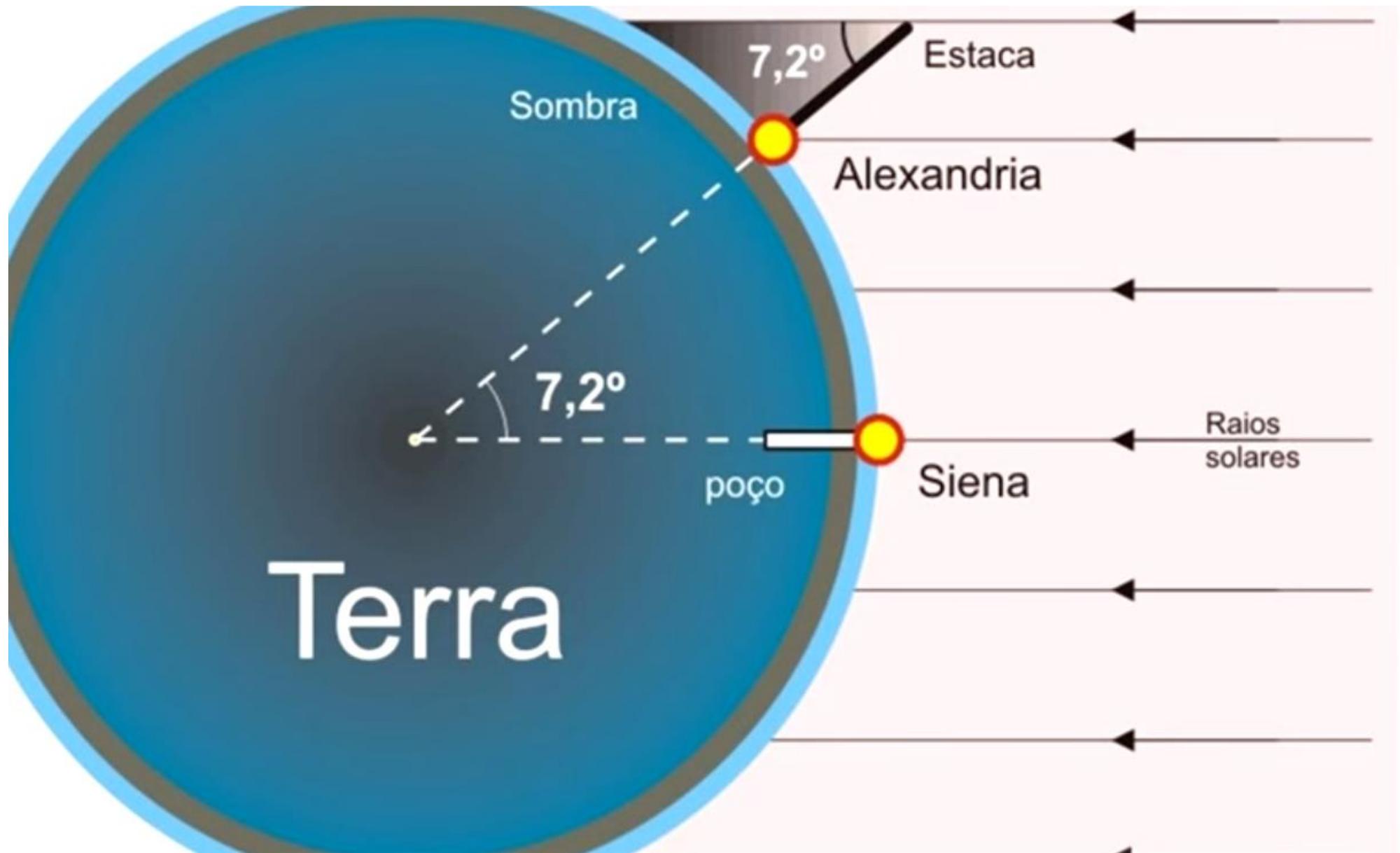
Cartografia - aspectos Históricos

- Trata-se de uma das modalidades da comunicação gráfica (hoje tida como ciência) mais antigas da humanidade, sendo o registro mais antigo o mapa em argila datado de aproximadamente 2.500 a.C.
- Sofreu enorme avanço a partir da invenção da bússola (chineses/árabes, sendo os chineses os inventores do Txi-nã).
- Conforme indícios, tanto a matemática quanto a geodesia tiveram origem no Egito, sendo a primeira unidade de medida o CÔVADO.



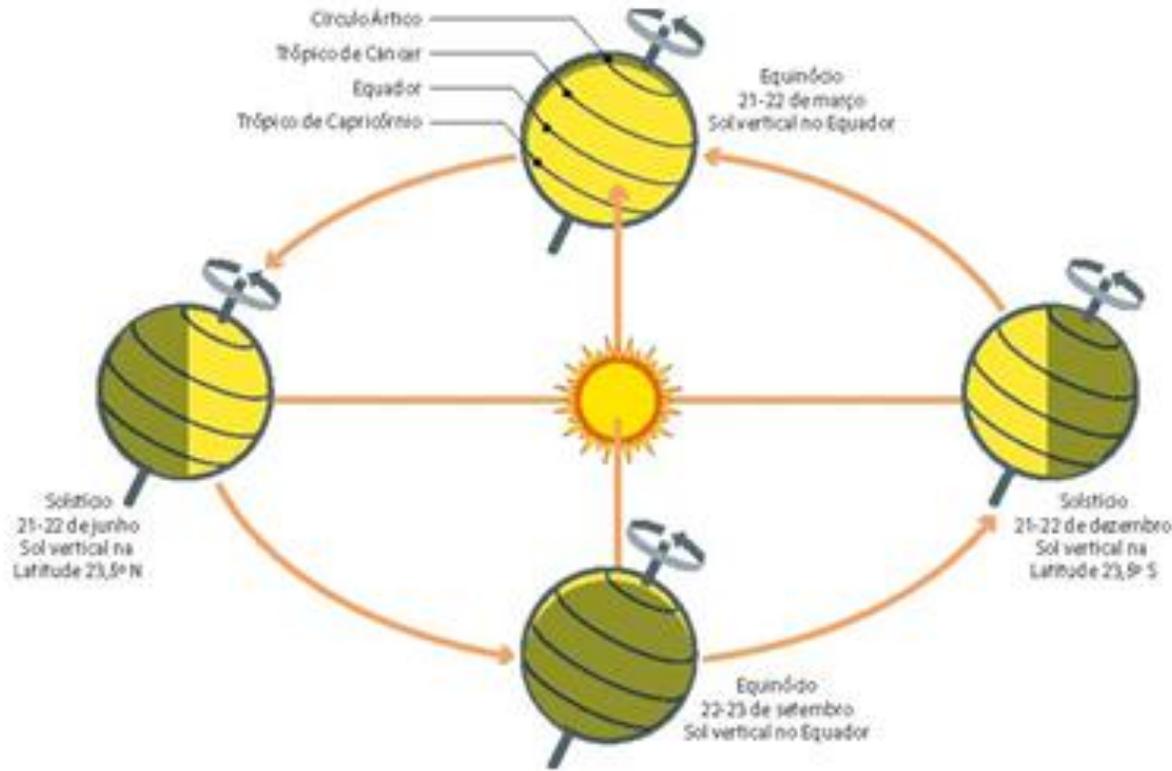
Cartografia - aspectos Históricos

- Eratóstenes (Grego – 275(4)-194 a.C.) calculou pela primeira vez a circunferência terrestre, tendo como referência a altura angular do sol e a distância entre Alexandria e Siena.



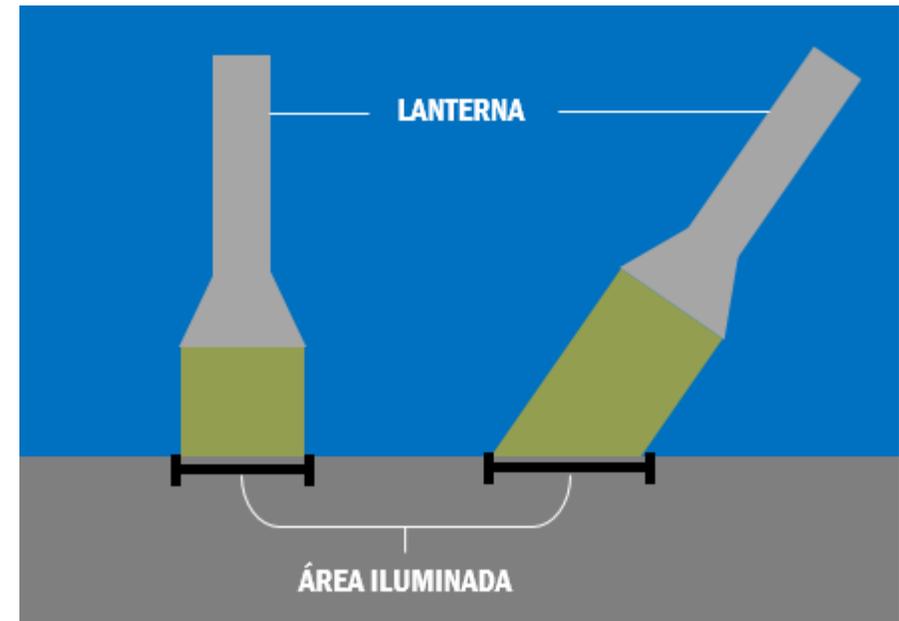
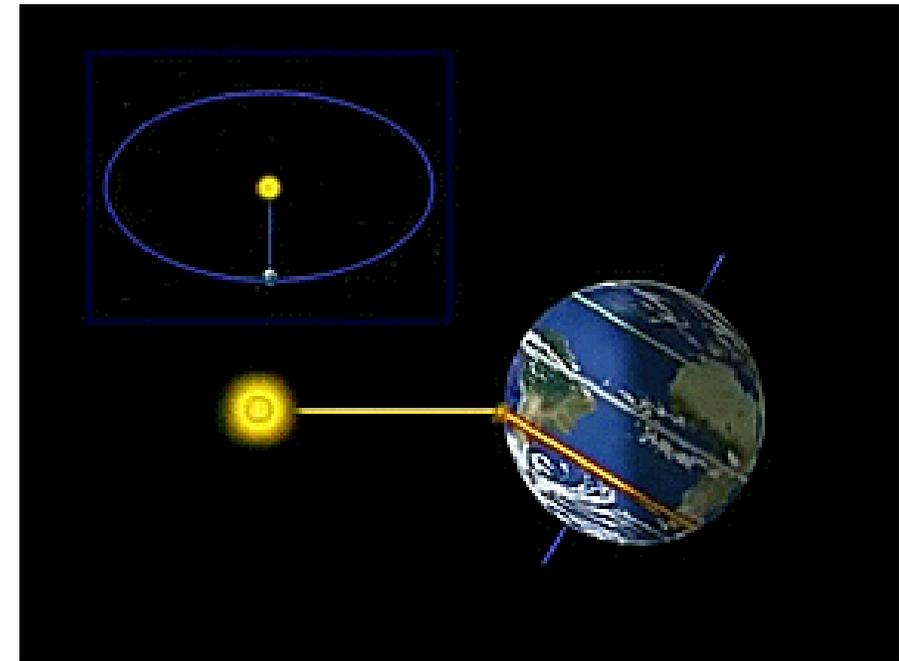
Figuras inadequadas

prejudicam o processo de aprendizagem



Thygeda Estúdio de Arte

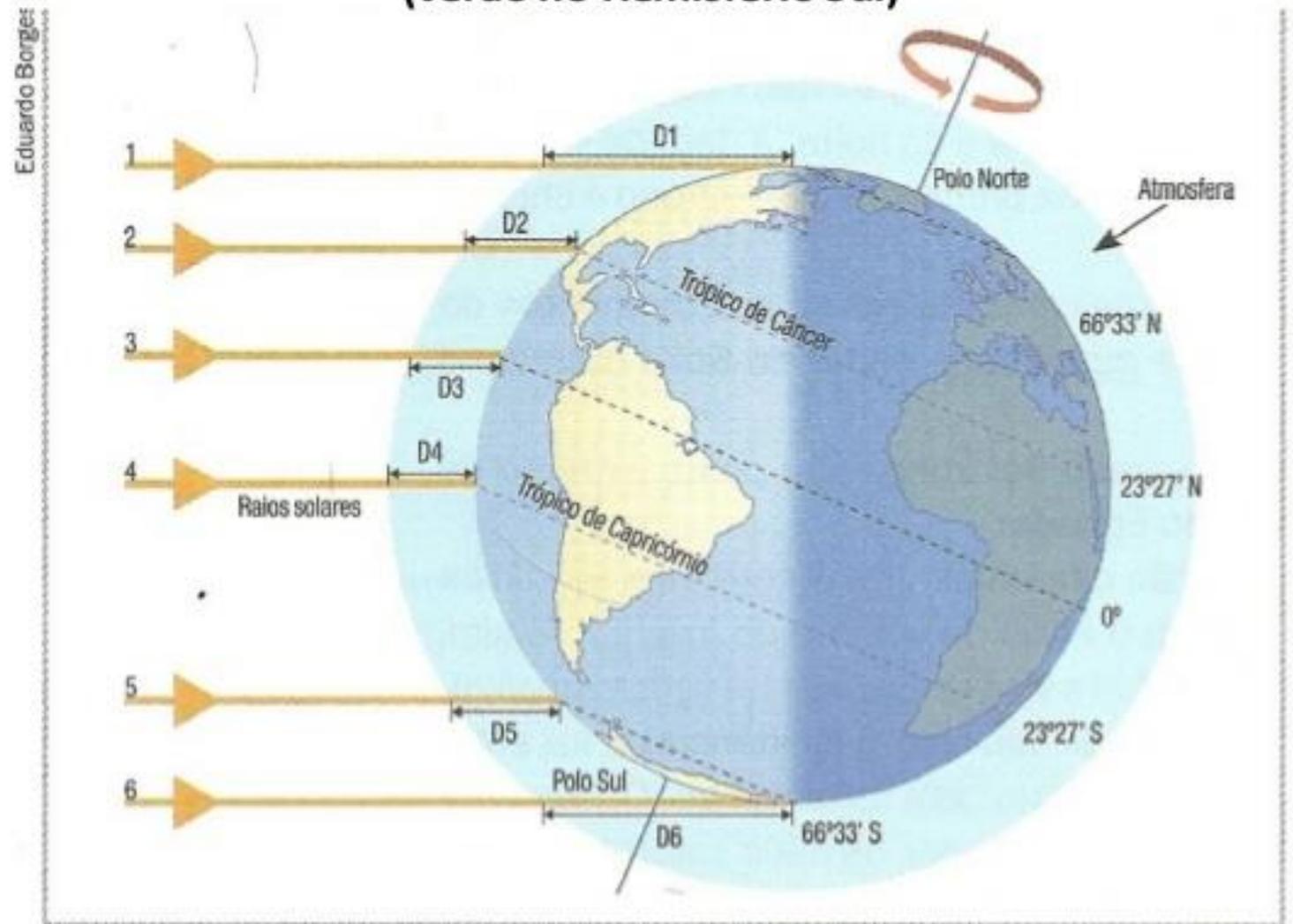
Figura 9 – Órbita da Terra em torno do Sol, com inclinação de 23,45°, indicando as estações do ano no Hemisfério Sul.



Adequadas



Incidência dos raios solares na superfície da Terra (verão no Hemisfério Sul)



Cartografia - aspectos Históricos

- - Hiparco, de Bitínia (190-125 a.C.), maior astrônomo da antiguidade que criou o sistema de coordenadas geográficas (latitude e longitude).
- Durante a Era Medieval houve uma redução na produção de mapas e no desenvolvimento de novas técnicas cartográficas, que só voltou a adquirir ênfase com as grandes navegações (1300) e, principalmente a partir da Escola de Sagres.
- Da época das grandes navegações até os dias atuais três momentos se destacam:
 - 1º - Em 1569, quando Gerhard Kremer (Mercator), de origem Belga, construiu a projeção cartográfica que leva seu nome, sendo o principal motor para a sua construção a dificuldade em se transcrever o rumo traçado em uma superfície plana para a superfície da Terra.
 - 2º - A partir da Segunda Guerra Mundial e, em particular a década de 40, quando se inicia o uso de fotografias terrestres e posteriormente aéreas no processo de mapeamento.
 - 3º - A partir da década de 70, quando se inicia o processo de difusão do uso de imagens orbitais, adquiridas via satélite.

Breve histórico da cartografia no Brasil

- A primeira experiência cartográfica registrada no Brasil (excluindo a indígena) foi a observação da Latitude no ato de sua descoberta.
- Os primeiros mapas a serem produzidos sobre o Brasil, além de cheios de misticismo (homens sem cabeça, antropófagos, etc.), tinham por finalidade localizar a ocorrência do Pau-Brasil (e demais madeiras de lei), as áreas doadas pelo rei de Portugal e, posteriormente, as áreas de mineração.
- Após a vinda do rei de Portugal para o Brasil (1808), a cartografia brasileira ganha ênfase com a criação de um setor específico para elaboração de mapas (o Real Arquivo Militar) e, surgem os primeiros levantamentos mais detalhados, principalmente da costa brasileira, sendo que em 1812 concluiu-se a primeira carta da cidade do Rio de Janeiro.

Breve histórico da cartografia no Brasil

- Em 1936 o Governo Federal criou o IBGE que, visando referenciar o censo demográfico de 1940, inicia a construção da Carta do Brasil ao Milionésimo (seguindo a referência da CIM).
- A grande melhora da documentação cartográfica sobre o Brasil, surge a partir de 1945, quando o Governo dos EUA doa os negativos de um voo realizado sobre 2/3 do território brasileiro utilizando o sistema Trimetrogon.

Programa

- Conceitos básicos (Histórico; Diferenças entre Cartografia, Cartografia Digital, SIG e topografia; O Sistema GNSS; Classificação dos produtos cartográficos)
- A coordenada geográfica e o processo de mapeamento
- A importância da cartografia
- Mudanças de paradigma

Diferença Cartografia - Topografia

- Cartografia – considera a Terra curva
- **Topografia** – descrição do **lugar**
- Cartografia digital (normas para a Cartografia em meio digital)
- SIG (Sistemas de Informação Geográfica)
- GNSS (*Global Navigation Satellite System*) ≠ GPS
- Geotecnologias... Jargões *versus* termos técnicos

- Conceitos básicos (Histórico; Diferença entre Cartografia, Cartografia Digital, SIG e topografia; Sistema GNSS; Divisão da Cartografia e Classificação dos produtos cartográficos)
- A importância da cartografia
- Mudanças de paradigma

Divisão da Cartografia

- A divisão apresentada abaixo refere-se às áreas de concentração da cartografia e não a campos isolados do saber, sendo assim, o setor da cartografia denominado de Cartografia Cadastral também se utiliza da Cartografia automatizada.
 - Cartografia Cadastral – Levantamentos cadastrais em áreas urbanas e rurais;
 - Cartografia Hidrográfica – Elaboração de cartas/mapas náuticos;
 - Cartografia Automatizada – Relativa a informatização da Cartografia;
 - Cartografia Topográfica – Relativa a produção de mapas de grande escala;
 - Cartografia Temática – Elaboração de mapas para comunicação de dados (população, vegetação, solos, etc.)
- Outros ramos de concentração.

Níveis de uso e conhecimento

- É possível, para fins didáticos, dividir os conhecimentos que cercam o aprendizado da Cartografia em três níveis, a saber:
- **Nível básico:**
 - **Localização:** Responde à questão - Aonde estou?
 - A aquisição desta habilidade está relacionada a definição de uma superfície sobre a qual o elemento é observado.
 - Conteúdos de base para aquisição da habilidade de localização: Sistema métrico-decimal; sexagesimal; sistema cartesiano, propriedades da esfera, círculo trigonométrico.
 - **Orientação:** Qual a direção a ser tomada? Como seguir em uma dada direção? Qual a direção de um elemento/objeto?
 - Envolve a definição de um sistema de origem (Fixo, Relativo ou móvel) para a determinação das direções. A direção (rumo ou azimute) é mensurada em geral em um sistema de medidas que tem como referência o sistema sexagesimal.
 - Conteúdos de base para aquisição da habilidade de localização: Sistema cartesiano, métrico-decimal, sexagesimal e círculo trigonométrico.

Níveis de uso e conhecimento

- **Nível Intermediário:**

- **Mensuração:** Qual a distância? Qual a área? (Tanto em campo quanto em escala – via mapas)
- Envolve a noção de superfície de referência e suas deformações (transposição da esfera para o plano), da superfície inclinada para plano e de localização, podendo, ainda, envolver a noção de **direção**.
- Conteúdos de base para aquisição da habilidade de localização: Sistema cartesiano, círculo trigonométrico e Matrizes.

Níveis de uso e conhecimento

- **Nível avançado:**

- *Leitura de mapas (abstração):* Qual a declividade? Qual a imagem mental daquela área? Qual a melhor forma de representar uma dada região? Qual o volume de um dado material de uma determinada área? Qual o melhor caminho entre dois pontos? etc.

Quem precisa deste conhecimento?

- Na Geografia:
 - Professores
 - Geógrafos
 - Da área física
 - Da área humana
 -
 - Pesquisadores

Classificação dos produtos cartográficos

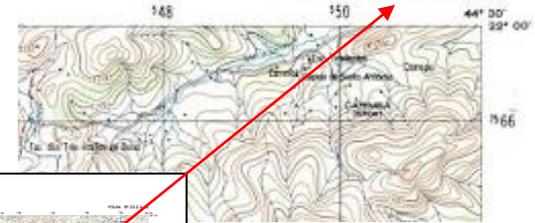
- Mapa
- Carta
- Planta
- Croqui

Diferenciação dos termos “Mapa” e “Carta”

- No Brasil não há uma definição padrão, sendo mais utilizado:
- Mapa (*Map*) – Representação de um trecho da superfície da terra **sem** sequenciamento, em geral em escalas pequenas (1:500.000 / 1:1.000.000 / etc).
- Carta (*Chart*) – Representação de um trecho da superfície da terra em séries sequenciais, em geral em grandes escalas (1:50.000 / 1:25.000 / etc).

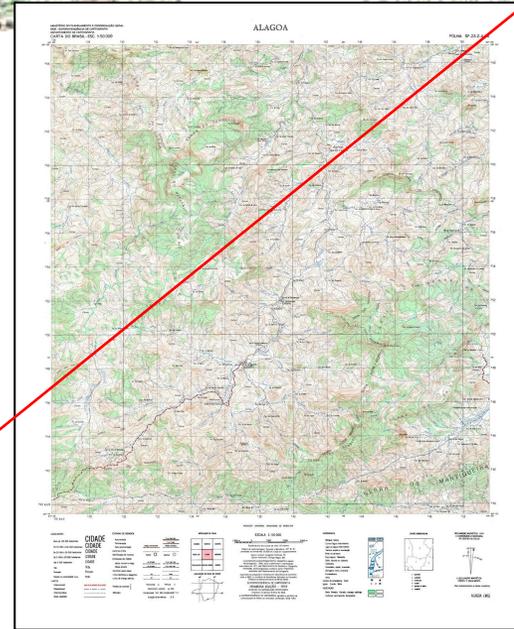
Exemplo de mapa





Partes de uma Carta

Articulação Sequência



LOCALIDADES

- Mais de 100 000 habitantes
- De 50 000 a 100 000 habitantes
- De 20 000 a 50 000 habitantes
- De 5 000 a 20 000 habitantes
- Até 5 000 habitantes
- Vila
- Povoado
- Núcleo ou propriedade rural

LOCALIDADES

CIDADE
CIDADE
CIDADE
CIDADE
CIDADE
Vila
Povoado
Núcleo

ESTRADAS DE RODAGEM

- Auto-estrada
- Pavimentada
- Sem pavimentação
- Caminho-trilha
- Identificação de rotatórias
- ESTRADAS-DE-FERRO
- Baixa normal ou larga
- Baixa estreita
- Caminho aéreo (cabot)
- Linha telefônica e telegráfica
- Linha de energia elétrica

ESTRADAS DE RODAGEM

Auto-estrada
 Pavimentada
 Sem pavimentação
 Caminho-trilha
 Identificação de rotatórias
 ESTRADAS-DE-FERRO
 Baixa normal ou larga
 Baixa estreita
 Caminho aéreo (cabot)
 Linha telefônica e telegráfica
 Linha de energia elétrica

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ESCALA 1:50 000

Equidistância das curvas de nível: 20 metros
 Origem de quilômetros: Equador e Meridiano 45° W. Gr. aproximadas as constantes 30 000 km e 500 km respectivamente
 Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC
 Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

Levantamento estereofotogramétrico topográfico regular
 Aerofotogrametria: 1966, após suplementar e reambiguação executadas em 1971 pelo Departamento de Geodésia e Topografia; restituição, aerotriangulação e preparo para a impressão realizados pelo Departamento de Cartografia

Esta folha foi preparada e impressa em decorrência do Convênio entre o IBGE e o Instituto de Geodésia Aplicadas do Conselho Estadual de Desenvolvimento de Minas Gerais

SUPERINTENDÊNCIA DE CARTOGRAFIA
PRIMEIRA EDIÇÃO — 1974
 DIREITOS DE REPRODUÇÃO RESERVADOS
 Impresso no Serviço Gráfico do IBGE

A SUPERINTENDÊNCIA DE CARTOGRAFIA agradece a gentileza da comunicação de folhas ou amostras verificadas nesta folha

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

QUILÔMETROS	METROS	LEGENDAS
1000	100	100
2000	200	200
3000	300	300

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ESCALA 1:50 000

Equidistância das curvas de nível: 20 metros
 Origem de quilômetros: Equador e Meridiano 45° W. Gr. aproximadas as constantes 30 000 km e 500 km respectivamente
 Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC
 Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

Levantamento estereofotogramétrico topográfico regular
 Aerofotogrametria: 1966, após suplementar e reambiguação executadas em 1971 pelo Departamento de Geodésia e Topografia; restituição, aerotriangulação e preparo para a impressão realizados pelo Departamento de Cartografia

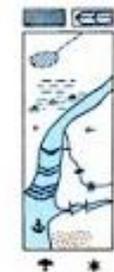
Esta folha foi preparada e impressa em decorrência do Convênio entre o IBGE e o Instituto de Geodésia Aplicadas do Conselho Estadual de Desenvolvimento de Minas Gerais

SUPERINTENDÊNCIA DE CARTOGRAFIA
PRIMEIRA EDIÇÃO — 1974
 DIREITOS DE REPRODUÇÃO RESERVADOS
 Impresso no Serviço Gráfico do IBGE

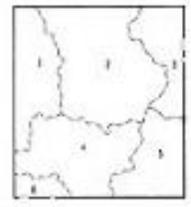
A SUPERINTENDÊNCIA DE CARTOGRAFIA agradece a gentileza da comunicação de folhas ou amostras verificadas nesta folha

HIdroGRAFIA

- Mangue Salina
- Curso-d'água intermitente
- Lago ou lagoa intermitente
- Terrano sujeito a inundação
- Brejo ou pântano
- Poço (água), Nascente
- Saiba, cascata ou catarata
- Cachoeira
- Comedouros, rapido, travessão
- Barragem: terra, alvenaria
- Fundeadouro
- Área
- Campo de emergência: Favela
- Igreja, Escola, Mira



DIREÇÃO ORIENTADORA



- 1 - EUROPA
- 2 - AMÉRICA
- 3 - CANADÁ
- 4 - JAPÃO
- 5 - BARRA DE BRAS
- 6 - FORTALEZA

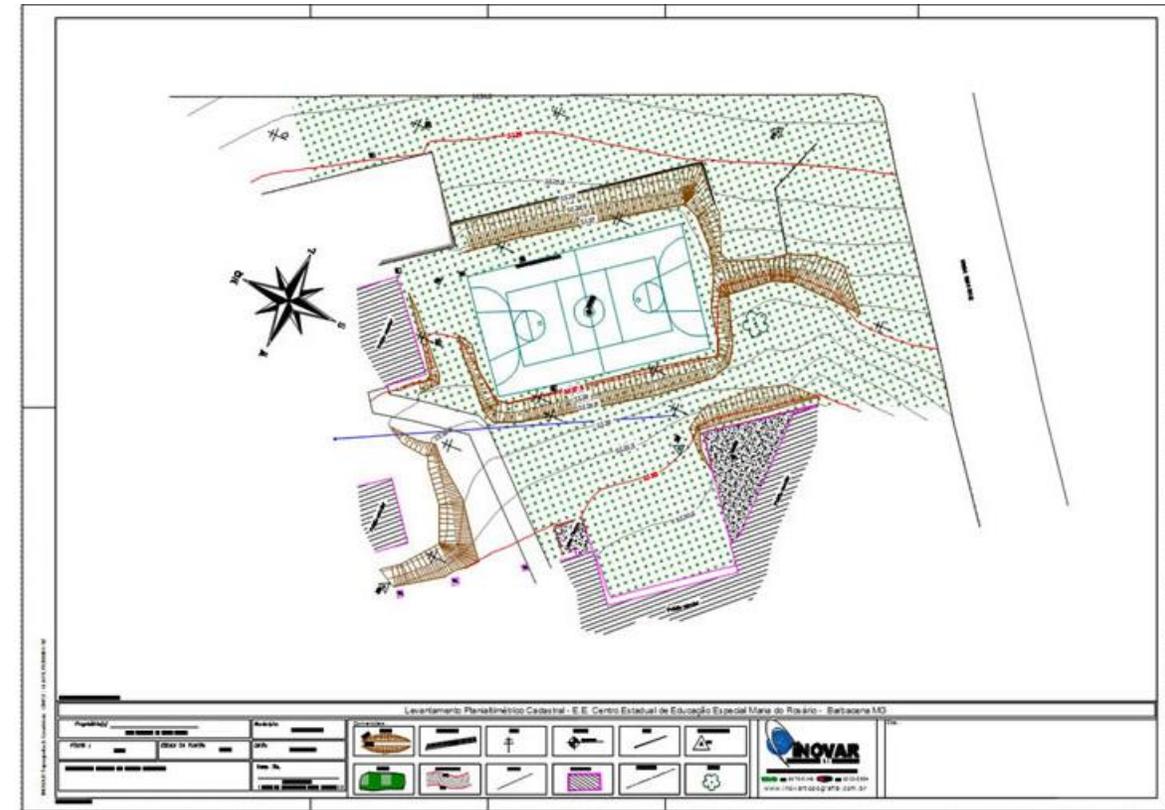
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1974 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CRESCERÁ ANUALMENTE
 Usar exclusivamente os dados numéricos

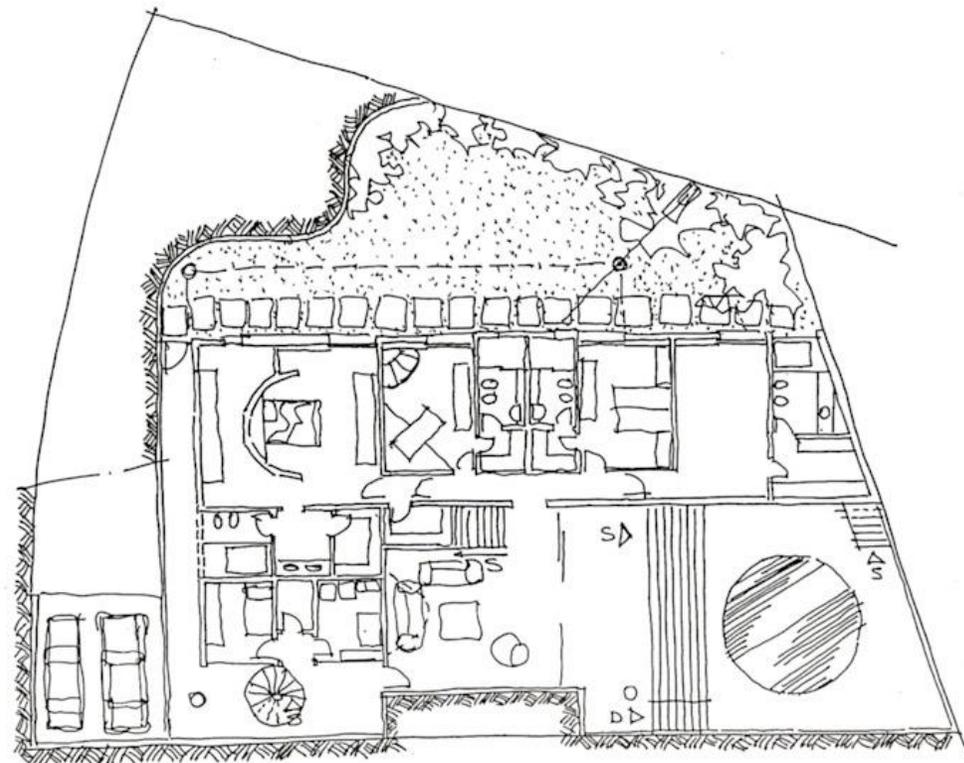
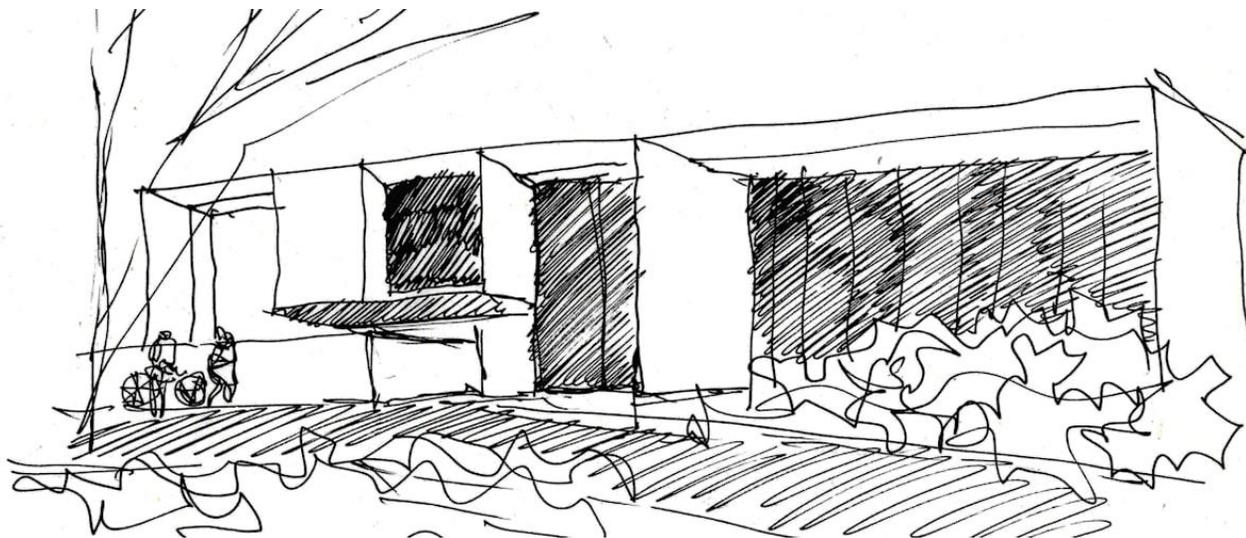
Planta

- Representação bidimensional (em grande escala) detalhada de uma área reduzida



Croqui

- Rascunho



Mudanças de paradigma

- Da ausência e/ou desatualização de dados de média e baixa resolução a disponibilidade instantânea de dados de alta resolução
- Planet
- Drones (UAV)
- Dispositivos móveis

- Conceitos básicos (Histórico; Diferença entre Cartografia, Cartografia Digital, SIG e topografia; Sistema GNSS; Divisão da Cartografia e Classificação dos produtos cartográficos)
 - A importância da cartografia
 - Mudanças de paradigma
- Noções básicas de cartografia

Semanas 3 e 4 – 18/03 a 25/03

- Noções básicas de Cartografia

Noções básicas de Cartografia

- Unidades de medida (SI) e o metro (m)
 - prefixos
- Bases para operação com coordenadas esféricas
 - Sistema sexagesimal
 - Círculo trigonométrico (seno, cosseno e tangente)
- Base para operações com coordenadas “planas”
 - Plano cartesiano
 - Pitágoras
 - Áreas e distâncias
- Direções no espaço (plano / esférico)
 - Plano cartesiano e círculo trigonométrico

Unidade de medida

- A unidade de medida mais utilizada na **cartografia** brasileira é o metro, sendo possível encontrar outros sistemas de medida (jarda, milha..).
- A definição original do metro é baseada mensuração de uma distância de referência: “Um metro equivale a décima milésima parte da distância do equador ao pólo.”
- **A definição moderna é baseada no espaço percorrido pela luz no vácuo: “O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 de segundo.”**
- Símbolo: *m (minúsculo)*



1 polegada (1")	0,0254 m
1 pé (1')	0,3048 m
1 jarda (1 yd)	0,9144 m
1 légua	5590 m
1 milha terrestre	1609,3 m
1 milha marítima	1852 m
1 braça	1,8288 m
1 corrente	20,1168 m
1 tarefa (AL, SE)	3053 m
1 tarefa (MG)	3630 m
1 tarefa (BA)	4356 m
1 tarefa (CE)	3630 m
1 vara	1,1 m

Sistema de medida

- As dimensões de sistema qualquer de medidas, e em particular do sistema métrico, podem ser referenciadas quanto a: **medidas de lineares, quadráticas e cúbicas** (distância, área e volume).
 - Medida linear: m (distância/comprimento/extensão - perímetro/circunferência...)
 - Medida de área: m^2 (medida linear x medida linear – m x m – are, hectare, alqueire...)
 - Medida de volume: m^3 (medida linear x medida linear x medida linear)

Características e nomenclatura no SI

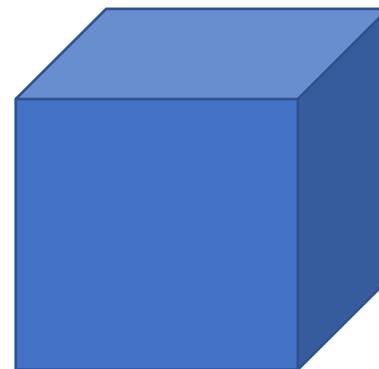
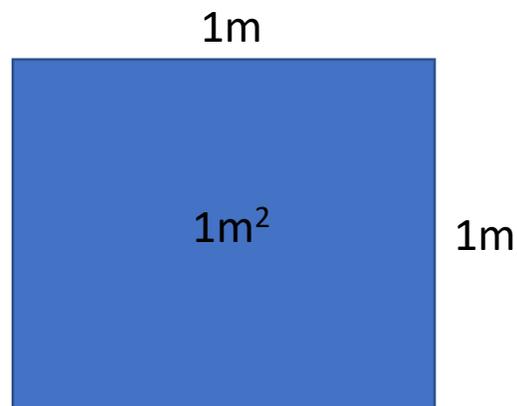
Prefixos do SI V · D · E							
Prefixo		1000 ^m	10 ⁿ	Escala curta	Escala longa	Equivalente numérico	Desde ^[nota 1]
Nome	Símbolo						
iota	Y	1000 ⁸	10 ²⁴	Septilhão	Quadrilião	1 000 000 000 000 000 000 000 000	1991
zeta	Z	1000 ⁷	10 ²¹	Sextilhão	Milhar de trilião	1 000 000 000 000 000 000 000	1991
exa	E	1000 ⁶	10 ¹⁸	Quintilhão	Trilião	1 000 000 000 000 000 000	1975
peta	P	1000 ⁵	10 ¹⁵	Quadrilhão	Milhar de bilião	1 000 000 000 000 000	1975
tera	T	1000 ⁴	10 ¹²	Trilhão	Bilião	1 000 000 000 000	1960
giga	G	1000 ³	10 ⁹	Bilhão	Milhar de milhão	1 000 000 000	1960
mega	M	1000 ²	10 ⁶	Milhão	Milhão	1 000 000	1960
quilo	k	1000 ¹	10 ³	Mil	Milhar	1 000	1795
hecto	h	1000 ^{2/3}	10 ²	Cem	Centena	100	1795
deca	da	1000 ^{1/3}	10 ¹	Dez	Dezena	10	1795
<i>nenhum</i>		1000 ⁰	10 ⁰	Unidade	Unidade	1	
deci	d	1000 ^{-1/3}	10 ⁻¹	Décimo	Décimo	0,1	1795
centi	c	1000 ^{-2/3}	10 ⁻²	Centésimo	Centésimo	0,01	1795
mili	m	1000 ⁻¹	10 ⁻³	Milésimo	Milésimo	0,001	1795
micro	μ	1000 ⁻²	10 ⁻⁶	Milionésimo	Milionésimo	0,000 001	1960
nano	n	1000 ⁻³	10 ⁻⁹	Bilionésimo	Milésimo de milionésimo	0,000 000 001	1960
pico	p	1000 ⁻⁴	10 ⁻¹²	Trilionésimo	Bilionésimo	0,000 000 000 001	1960
femto	f	1000 ⁻⁵	10 ⁻¹⁵	Quadrilionésimo	Milésimo de bilionésimo	0,000 000 000 000 001	1964
atto	a	1000 ⁻⁶	10 ⁻¹⁸	Quintilionésimo	Trilionésimo	0,000 000 000 000 000 001	1964
zepto	z	1000 ⁻⁷	10 ⁻²¹	Sextilionésimo	Milésimo de trilionésimo	0,000 000 000 000 000 000 001	1991
iocto	y	1000 ⁻⁸	10 ⁻²⁴	Septilionésimo	Quadrilionésimo	0,000 000 000 000 000 000 000 001	1991

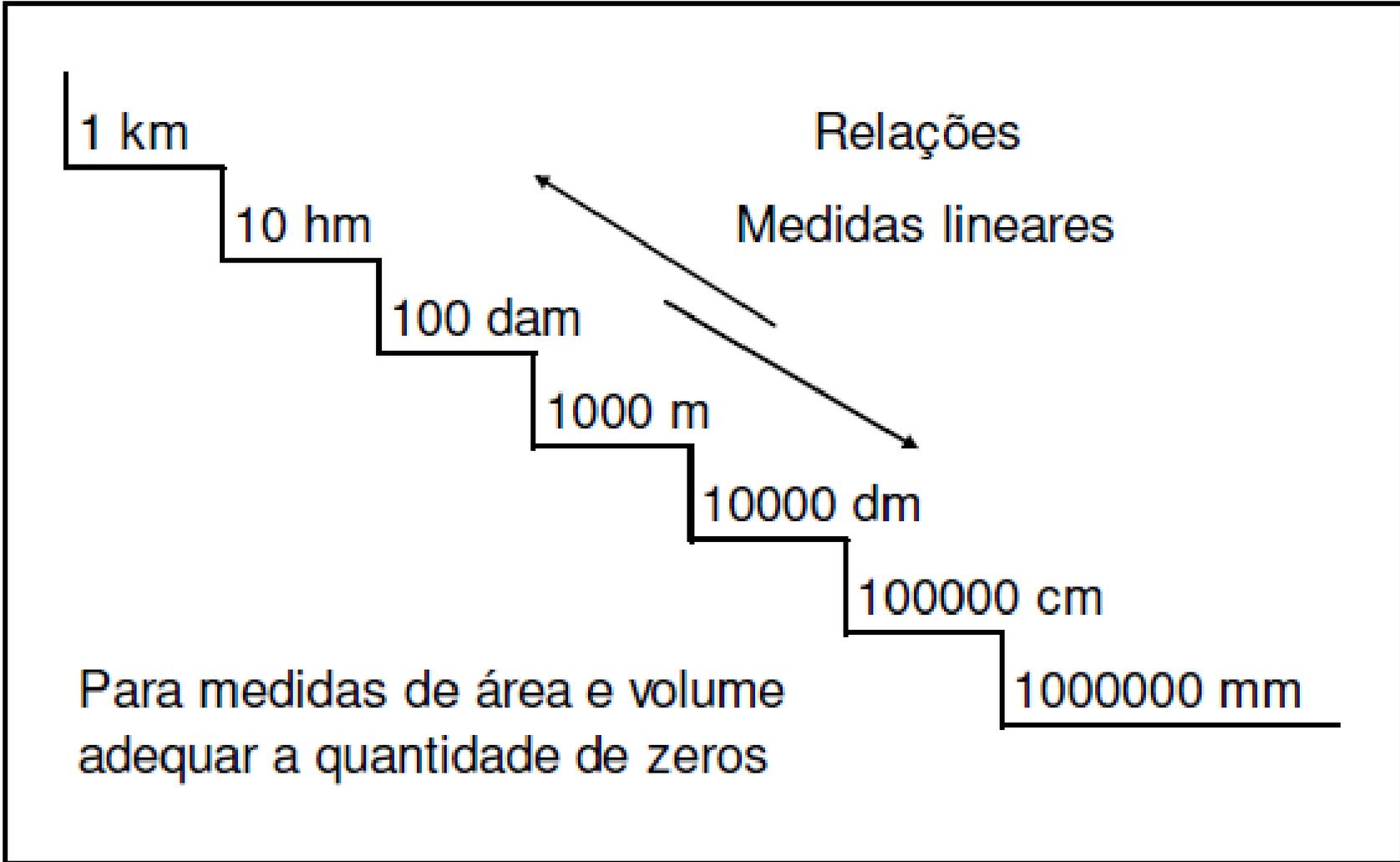
1. ↑ O sistema métrico foi introduzido em 1795 com seis prefixos. As outras datas estão relacionadas ao reconhecimento pela resolução da Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM).

Símbolos, nomenclatura de múltiplos (metro)

Múltiplos e divisores		Símbolo	Medidas Lineares	Medidas de Área	Medidas de Volume
Prefixo	Fator				
Quilo (1000)	10^3	k	km	km^2	km^3
Hecta (100)	10^2	h	hm	hm^2	hm^3
Deca (10)	10^1	da	dam	dam^2	dam^3
Unidade	10^0	m	m	m^2	m^3
Deci (0,1)	10^{-1}	d	cm	cm^2	cm^3
Centi (0,01)	10^{-2}	c	dm	dm^2	dm^3
Mili (0,001)	10^{-3}	m	mm	mm^2	mm^3

	m	Medida de área (m ²)	Medida de volume (m ³)
km	1000	1000*1000 = 1000000	1000*1000*1000 = 1000000000
hm	100	100*100 = 10000	100*100*100 = 1000000
dam	10	10*10 = 100	10*10*10 = 1000
m	1	1*1 = 1	1*1*1 = 1
cm	0,1	0,1*0,1 = 0,01	0,1*0,1*0,1 = 0,001
dm	0,01	0,01*0,01 = 0,0001	0,01*0,01*0,01 = 0,000001
mm	0,001	0,001*0,001 = 0,000001	0,001*0,001*0,001 = 0,000000001





Exercício (Separar folha com nome(s) – máx. dupla)

Converter:

- 12367,54m em dam
- 102,45ha em m^2 e km^2
- 12367,54ha em m^2

Outro sistema de medida

Sistema sexagesimal

- **sistema** de numeração de base 60
- Muito utilizado para coordenadas esféricas
- Utilizado para tempo (horas) – outra abreviação/simbologia (min, seg)
- Subdivisão

1 ° → 60 '
1 ' → 60 "
1 " → 100 partes

de	para	Fator
graus	minutos	x 60
minutos	segundos	x 60
graus	segundos	x 3600
segundos	minutos	/ 60
minutos	graus	/ 60
segundos	graus	/ 3600

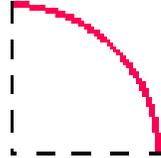
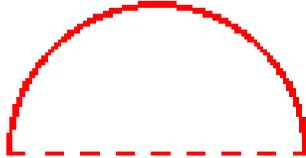
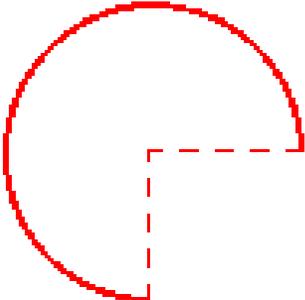
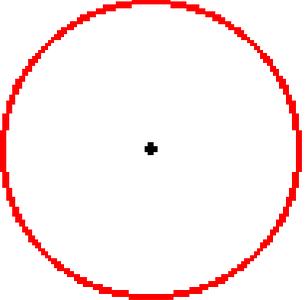
1° = 60' logo 2° = 120' ... de grau para minuto: x 60

23,5° = 23° 30' ...ou... 30'/60 = 0,5°

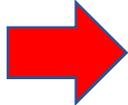
12:30h – meio dia e meia (hora) – meia hora (0,5h) = 30min

Sistema sexagesimal

- O sistema sexagesimal é utilizado, principalmente, para a marcação do tempo e tem por base o número 60. A divisão e o estudo da circunferência **também** podem ser feitos com base neste sistema, com a divisão da circunferência em 360 partes (6 x 60).

Desenho				
Grau	90	180	270	360
Grado	100	200	300	400
Radiano	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	2π

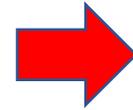
Sistema sexagesimal

- **Exemplo:**
- **25° 30' Valor expresso em graus**
- **25°30' passar 30' para graus decimais** 
- **30' = metade de 1° = 1°/2 ou**
- **30'/60 = 0,5**
- **30' é a metade de 1°**
- **Metade no sistema decimal é 1/2 ou 0,5 – então:**
- **25,5° Valor expresso em grau-decimal**

de	para	Fator
graus	minutos	x 60
minutos	segundos	x 60
graus	segundos	x 3600
segundos	minutos	/ 60
minutos	graus	/ 60
segundos	graus	/ 3600

Sistema sexagesimal

- **Exemplo:**
- **25,5° graus-decimais**
- **25,5° passar 0,5° para minutos**
- **0,5 = metade ou 50%**
- **Então $0,5^\circ \times 60 = 30'$**



de	para	Fator
graus	minutos	x 60
minutos	segundos	x 60
graus	segundos	x 3600
segundos	minutos	/ 60
minutos	graus	/ 60
segundos	graus	/ 3600

Exercício conjunto 25,88930° ?

Converter para graus minutos e segundos?

Sistema sexagesimal e as coordenadas geográficas

- Latitude - φ
- Longitude - λ

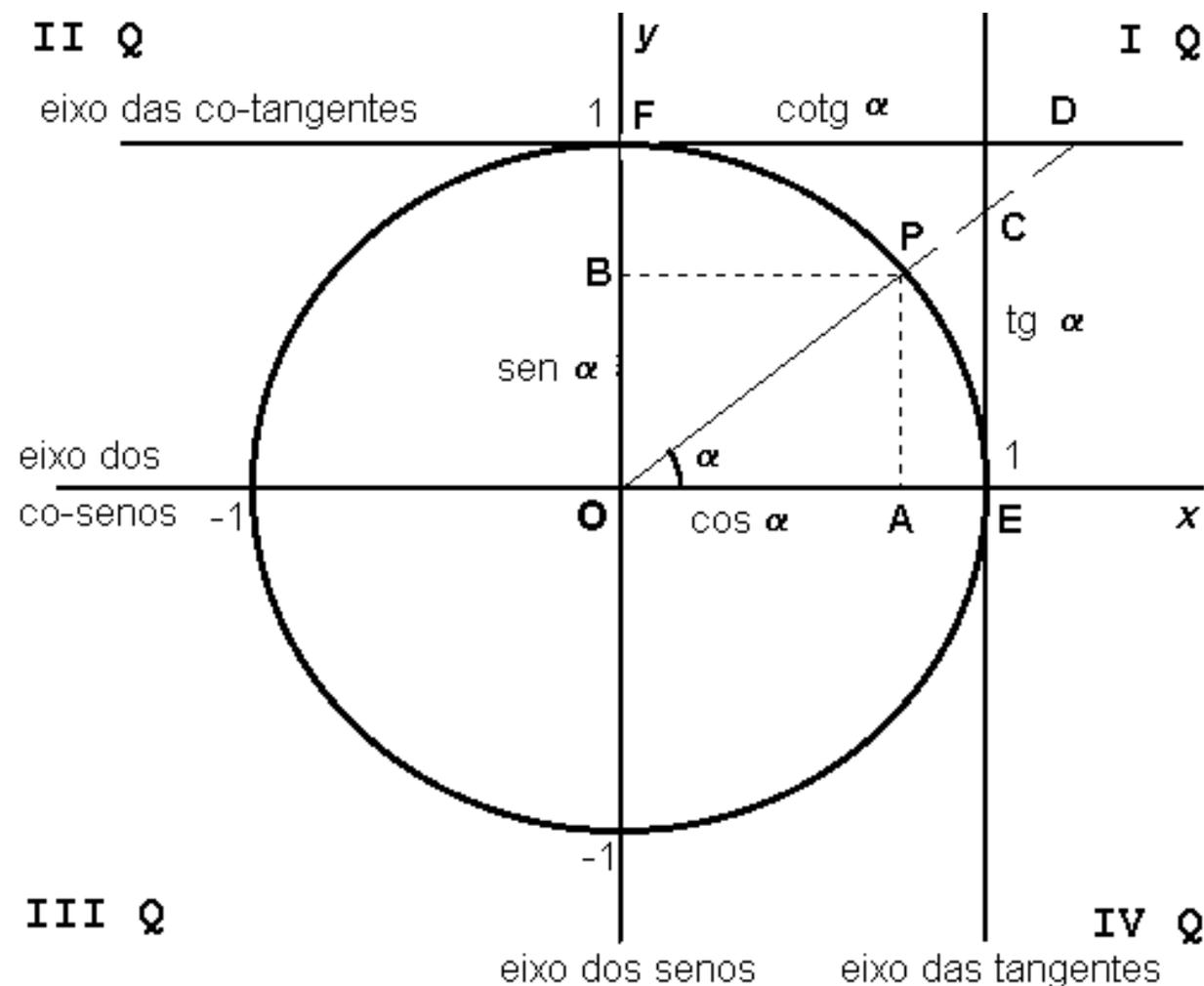
- Exemplo de coordenadas obtidas no google maps
- $\varphi = 20.876554^\circ$ e $\lambda = 45.356914^\circ$

Exercício com sistema sexagesimal

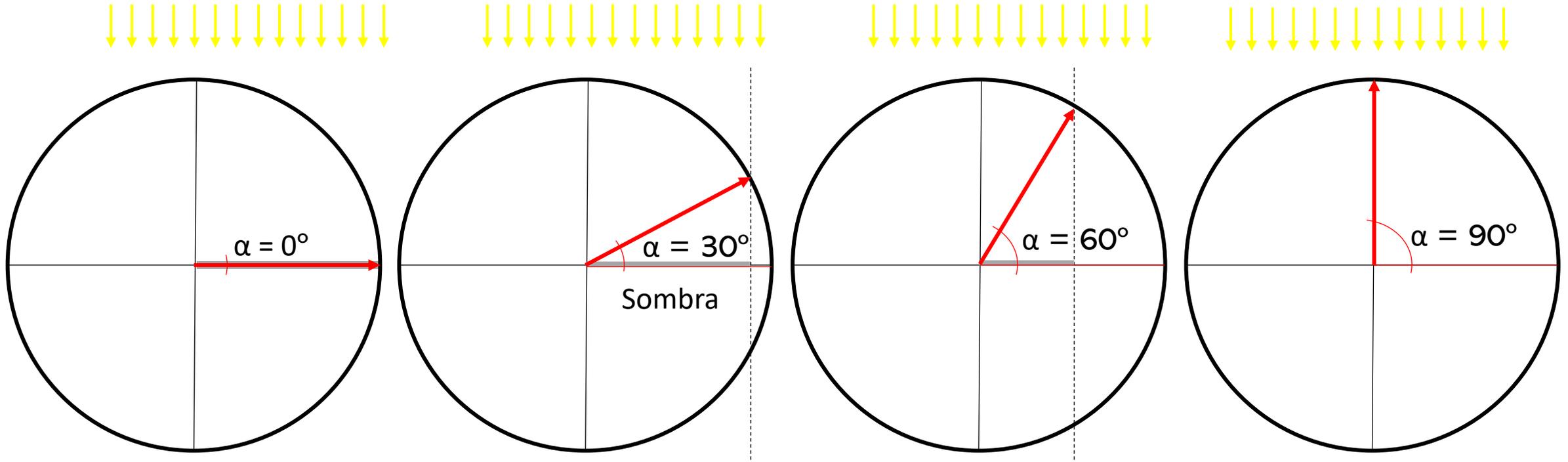
- Adição
 - $25^{\circ}17'34,4'' + 115^{\circ}38'45,78''$
- Conversão
 - $89,97732^{\circ}$
 - $23^{\circ}45'58,99''$

Círculo Trigonométrico e as coordenadas

- todo o círculo orientado, de centro na origem do referencial e limitado por uma circunferência de raio 1



Cosseno – sombra no chão



Qual o tamanho da sombra, no chão, de um objeto padrão (Tamanho 1 – 100%), quando o mesmo está apoiado no chão, ou seja, forma um ângulo de 0° (... 30° , 60° , 90° , ...) com o solo?

$\text{Cos } 0^\circ = 1$

A sombra corresponde a 100%
o tamanho do objeto (T)
Sombra (Cosseno) = $T * 1$
(100%)

$\text{Cos } 30^\circ = 0,866$

A sombra corresponde a
86,6% o tamanho do objeto
(T)
Sombra (Cosseno) = $T * 0,866$
(86,6%)

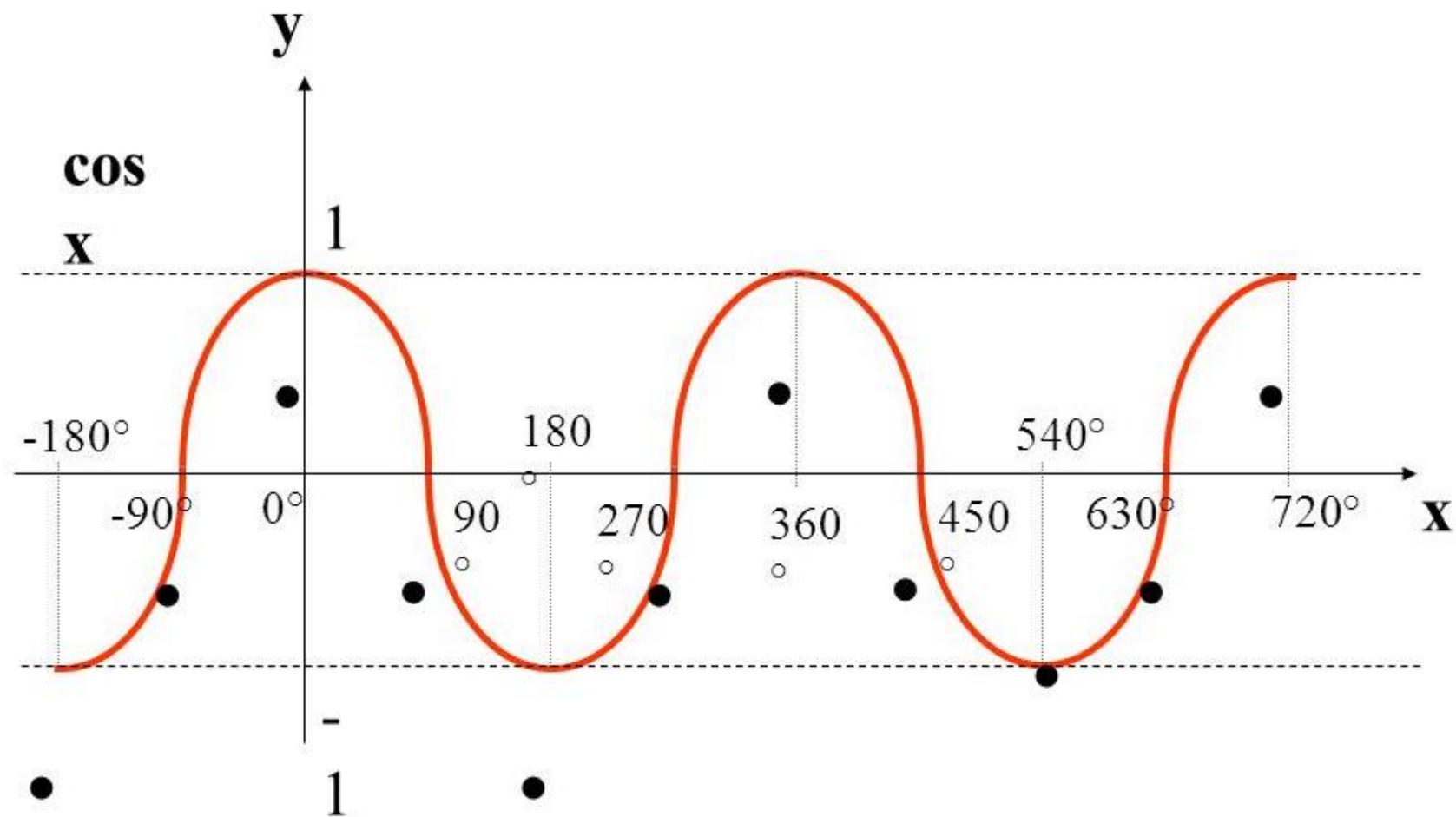
$\text{Cos } 60^\circ = 0,5$

A sombra corresponde a 50% o
tamanho do objeto (T)
Sombra (Cosseno) = $T * 0,5$
(50%)

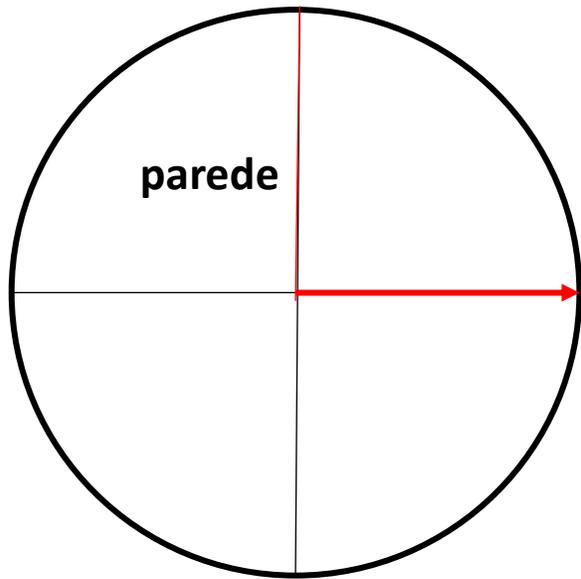
$\text{Cos } 90^\circ = 0$

A sombra corresponde a 0% o
tamanho do objeto (T)
Sombra (Cosseno) = $T * 0$ (0%)

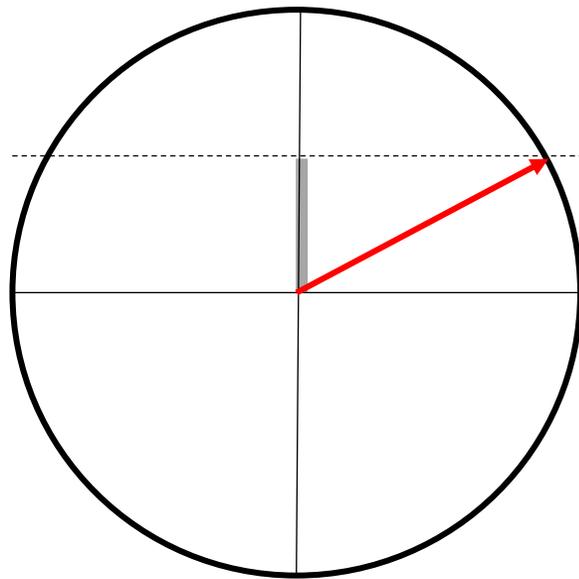
Função cossenoide



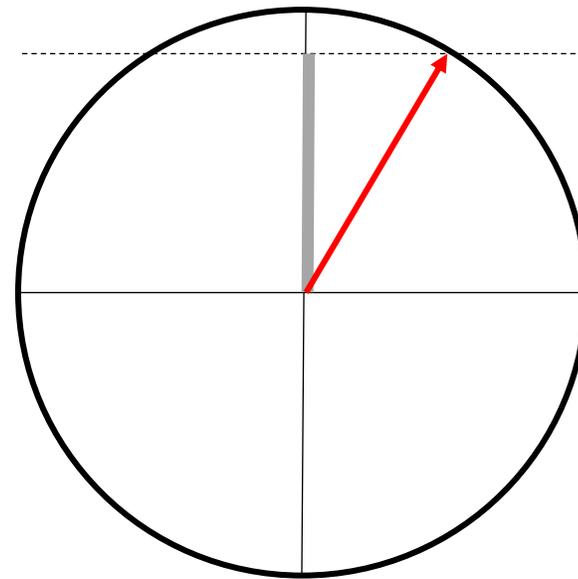
Senos - sombra na parede



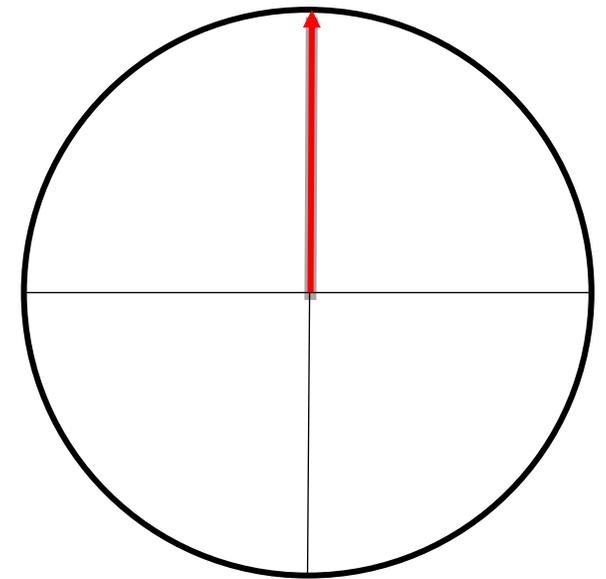
Sen $0^\circ = 0$



Sen $30^\circ = 0,5$



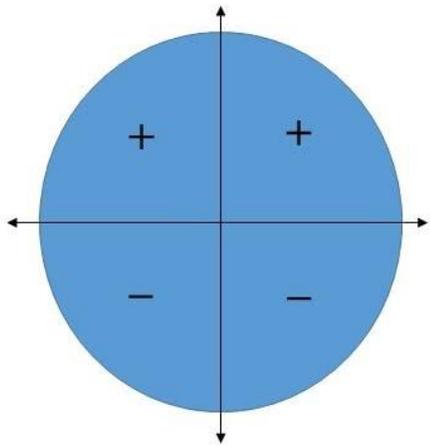
Sen $60^\circ = 0,866$



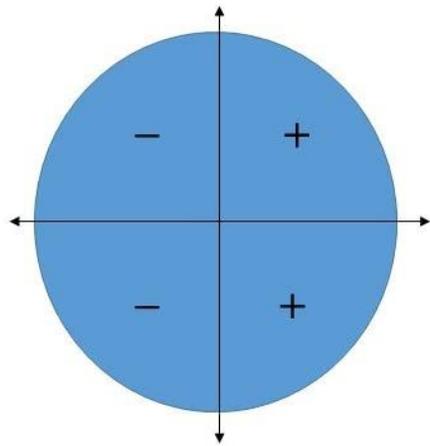
Sen $90^\circ = 1$



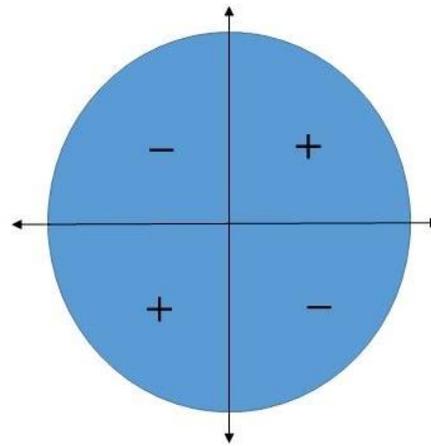
Seno



Cosseno



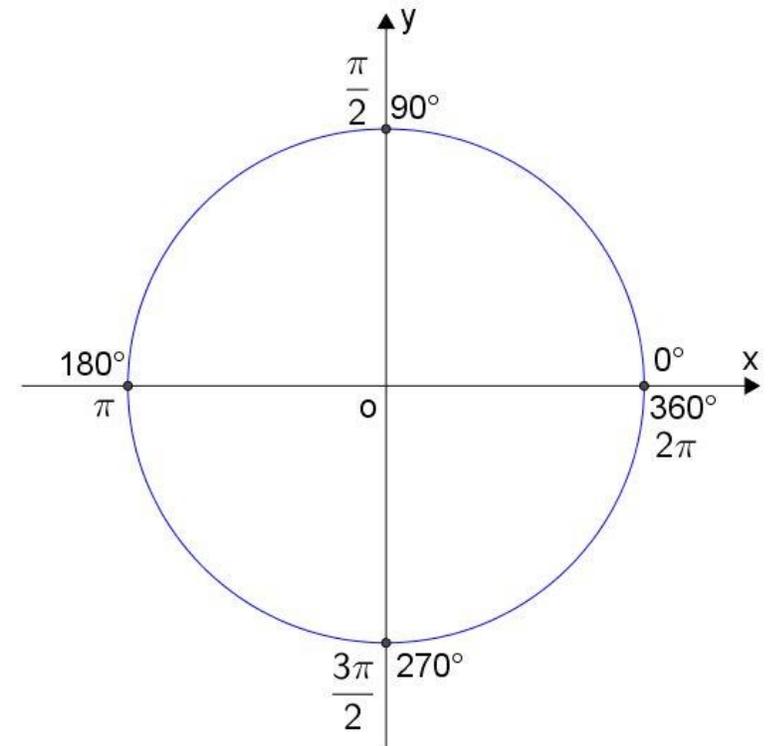
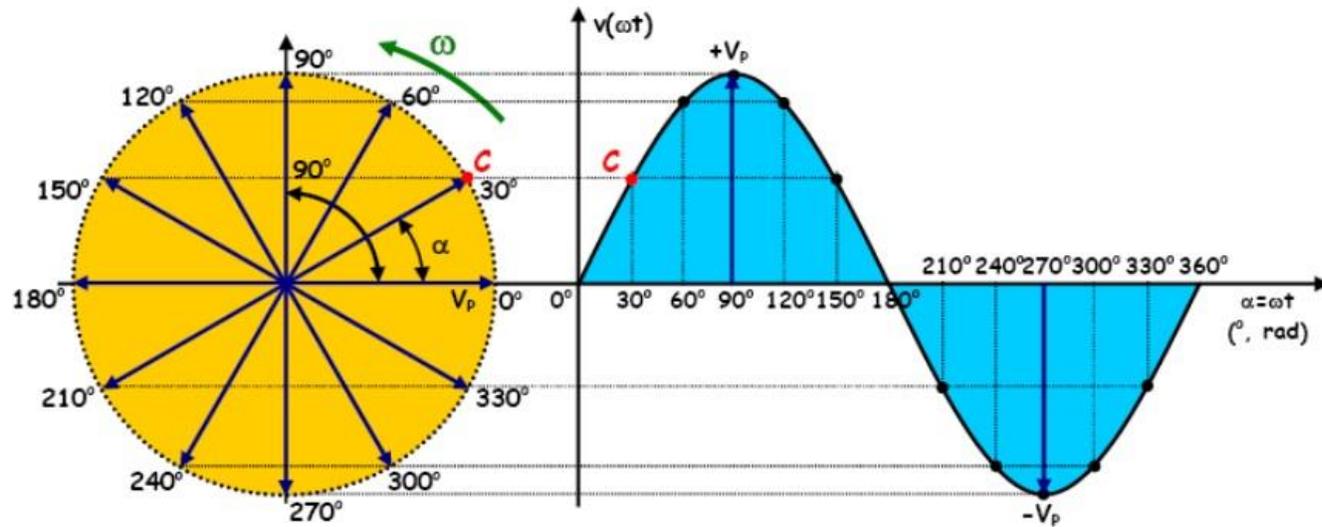
Tangente



Sen 30° : 0,5
Sen 60° : 0,866

....
Cos 30° :
Cos 60° :

Um movimento harmônico giratório pode ser descrito por uma senóide e vice-versa.



Relações entre coordenadas esféricas e o círculo trigonométrico

Coordenadas em uma esfera

Esfera:

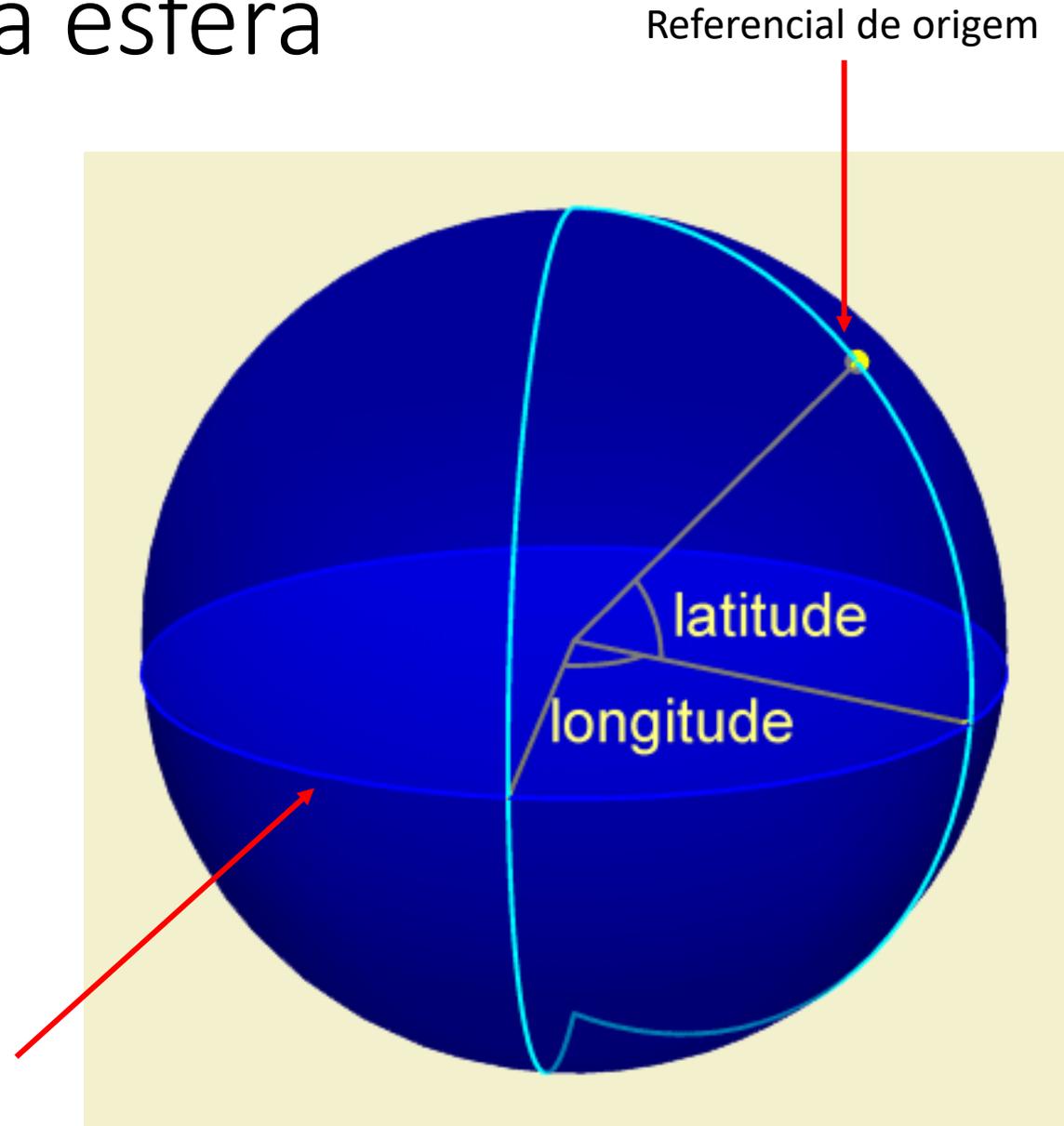
Raio de curvatura constante

Necessidade de um referencial de origem – 0?

Distância angular a partir de um referencial de origem: latitude e longitude

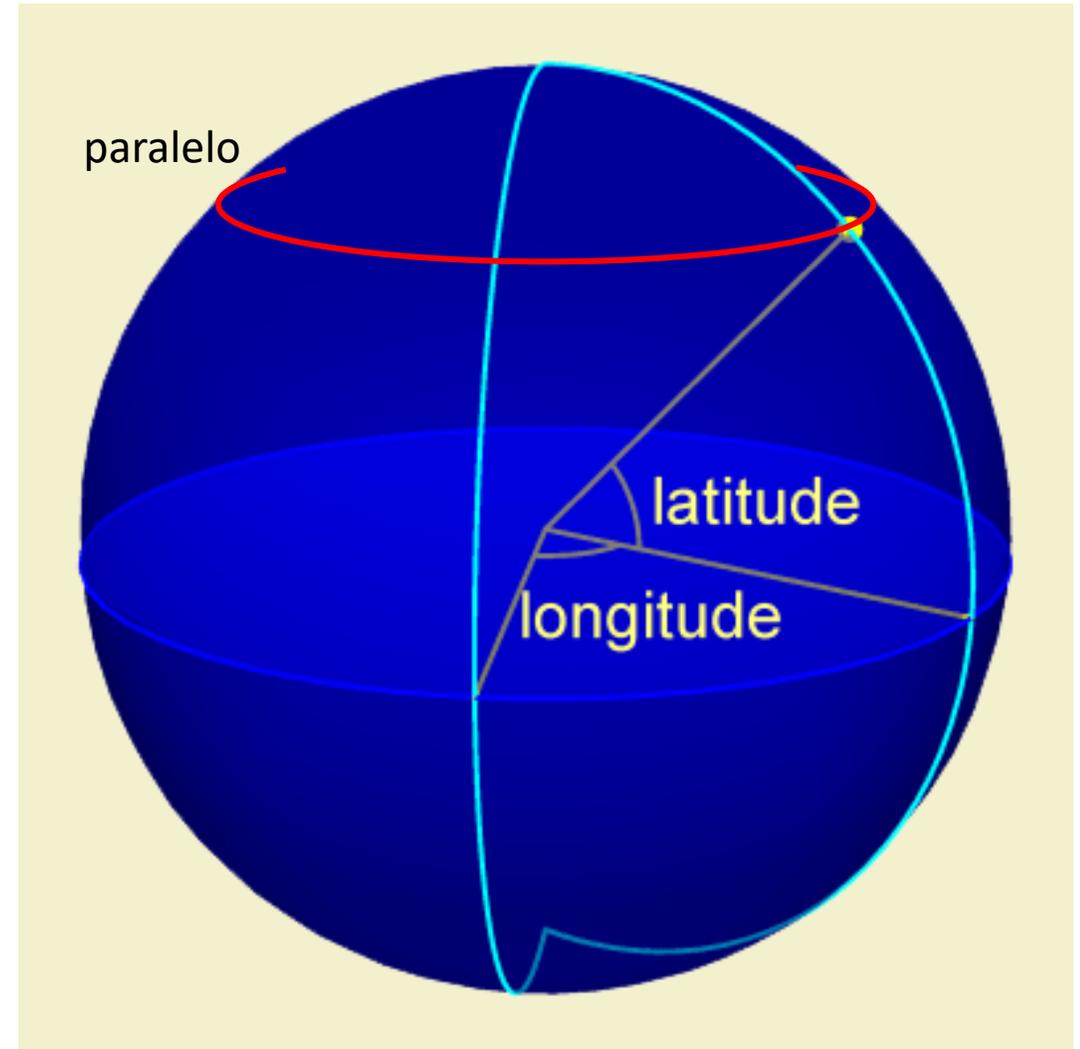
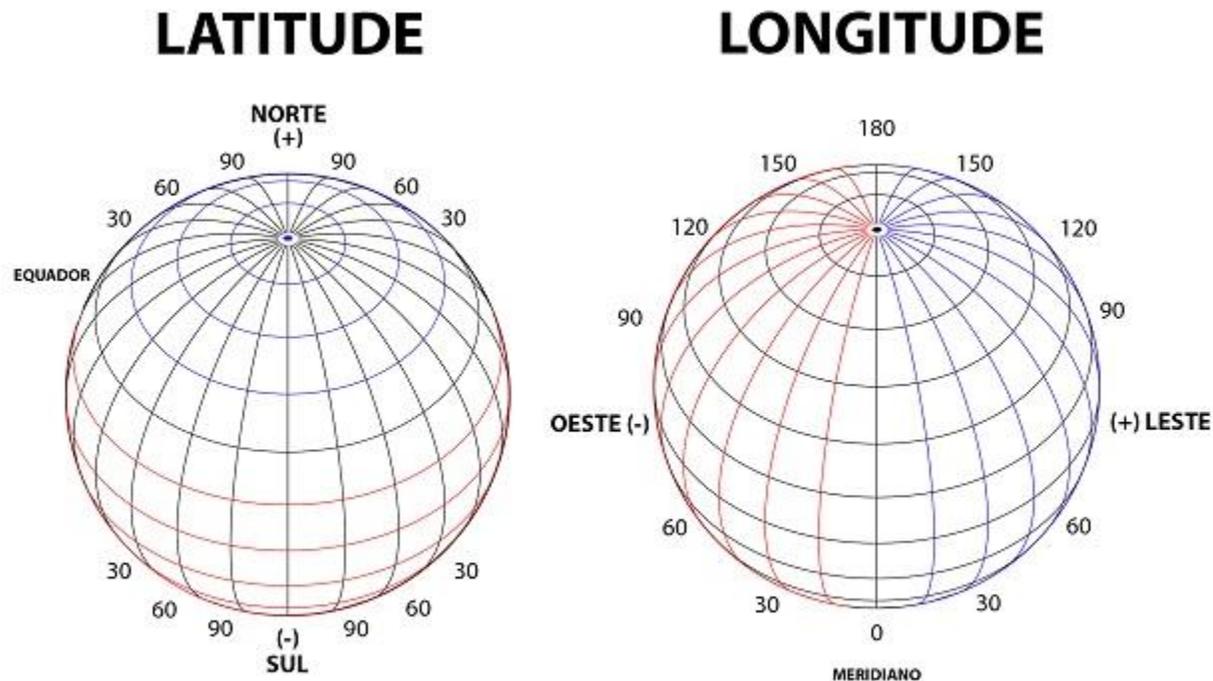
Emprega sistema sexagesimal

Referencial de origem



Coordenadas em uma esfera

União de todos os pontos com mesmo valor = paralelos / meridianos



Coordenadas em uma esfera

Círculos máximos:

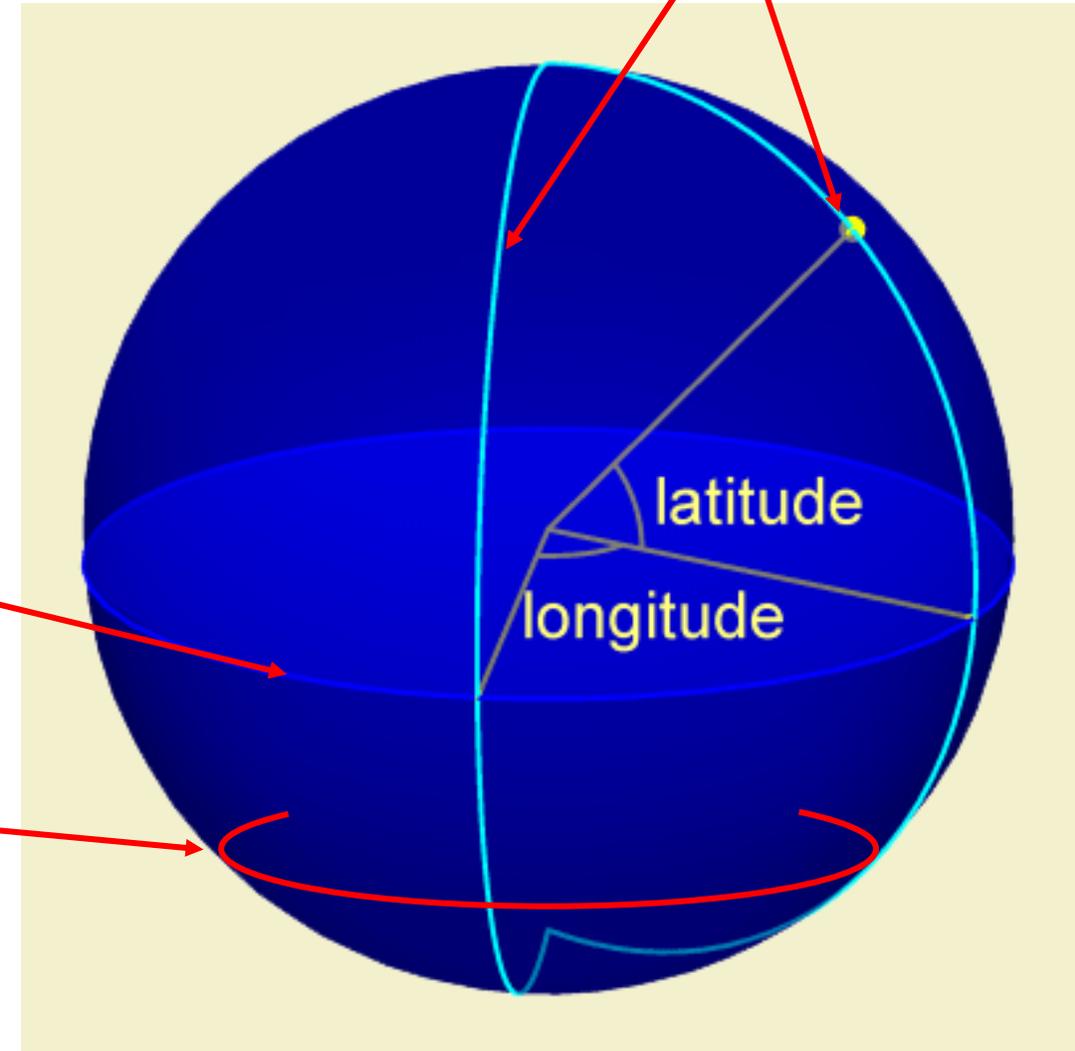
Todo meridiano

Apenas o Equador

Equador

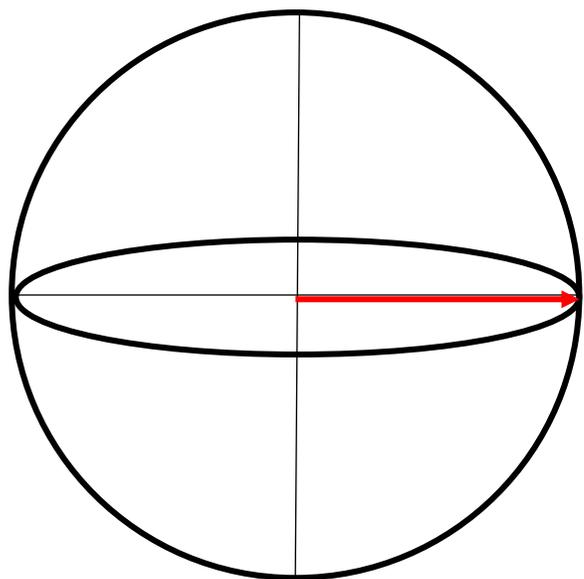
Paralelos não são círculos máximos

Meridianos

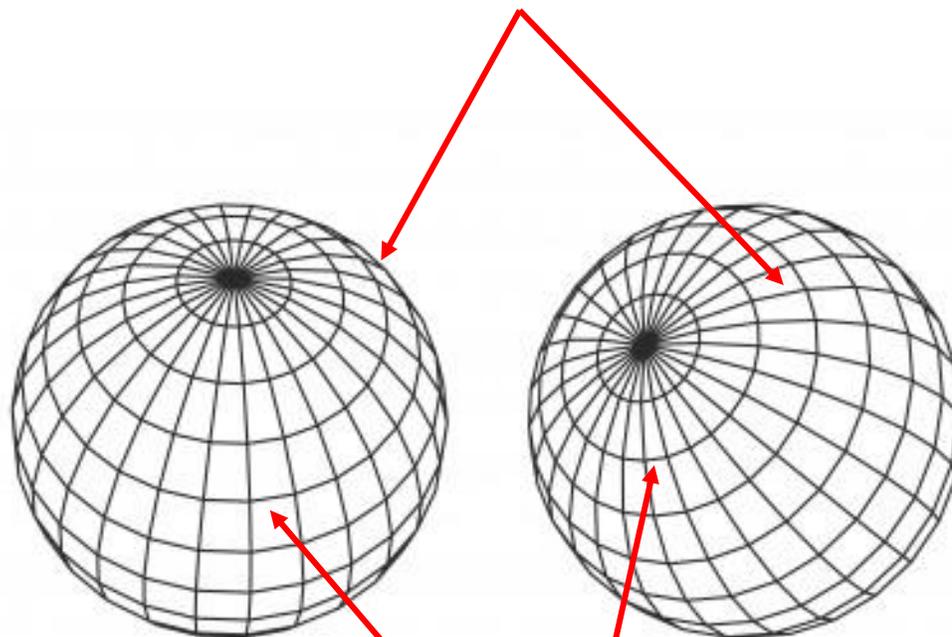


O cosseno e a latitude

Todo meridiano é um círculo máximo



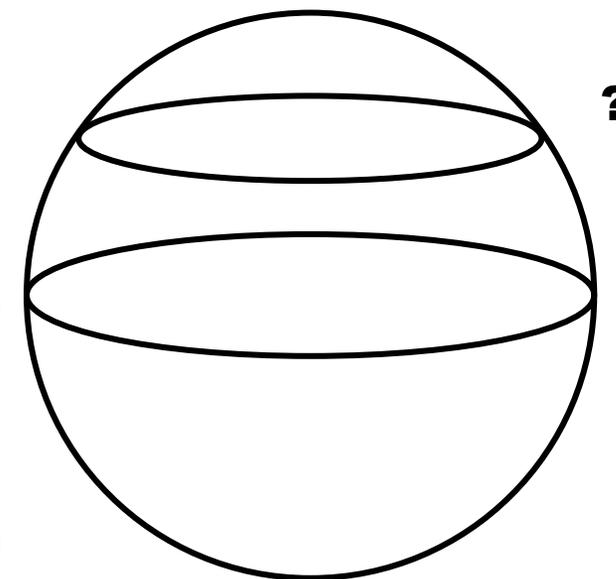
**Circunferência da
"Terra" no Equador?
 $r = 6378\text{km}$
Círculo máximo**



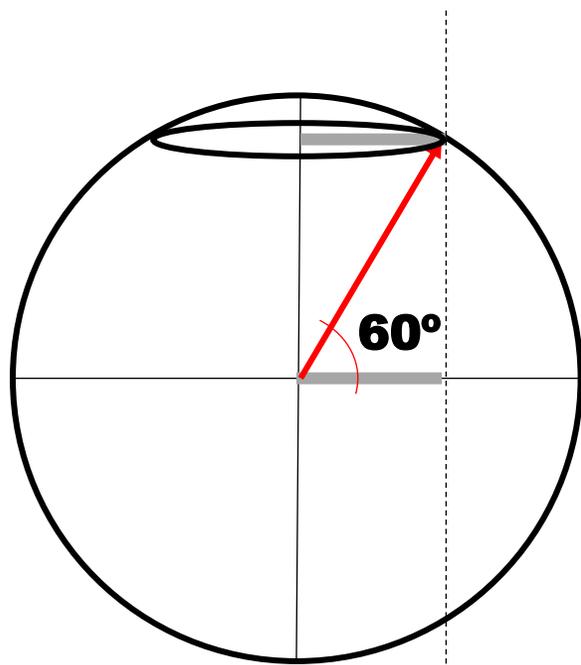
Paralelos ?

Paralelos não são círculos máximos

**Qual a circunferência da
"Terra" em uma determinada
latitude?
 $r = ?\text{km}$**



O cosseno e a latitude

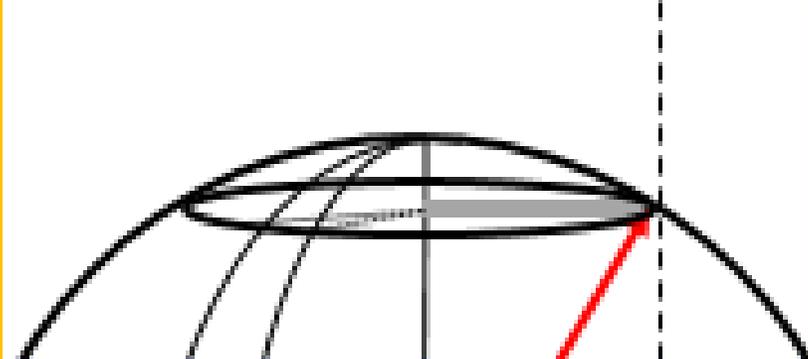
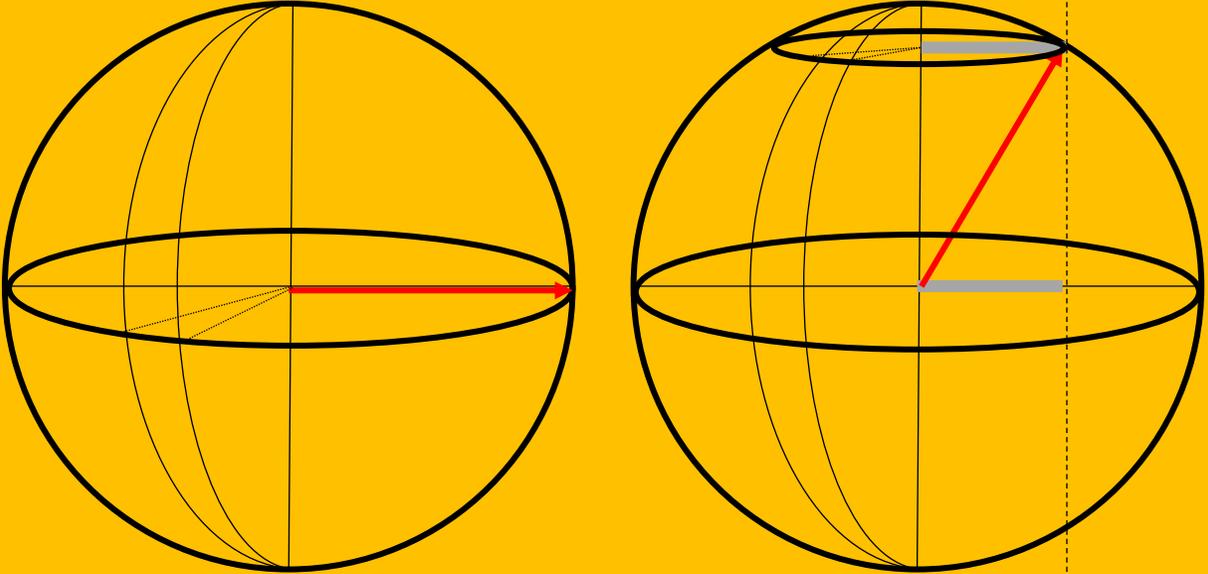


$$\text{Cos } 60^\circ = 0,?$$

A circunferência na Terra, correspondente a um determinado paralelo varia com o cos da Latitude

Qual a circunferência da “Terra” na latitude de 60° ?
Qual o raio de um paralelo
A 60° de latitude?

Exercício: cosseno e latitude



E a 60° de latitude?

**Qual o tamanho do arco de 1' no Equador?
r = 6378km**

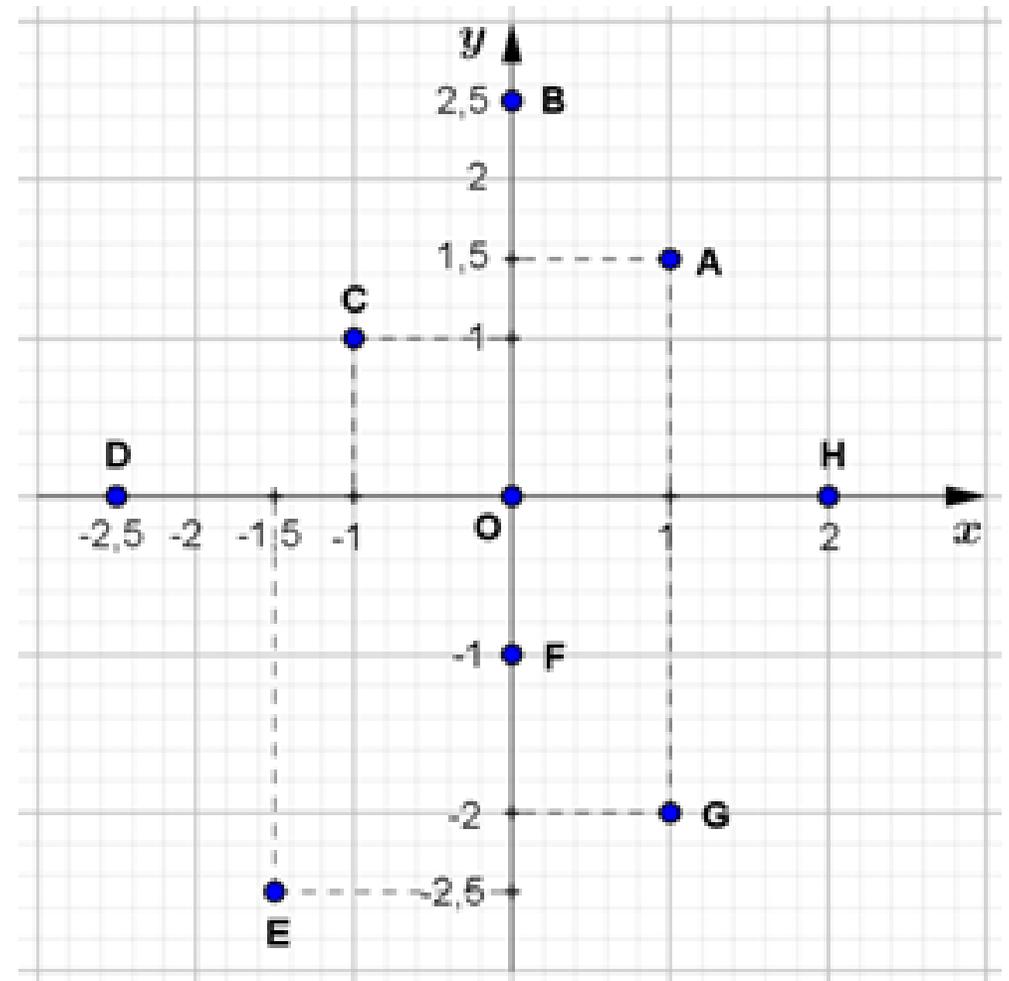
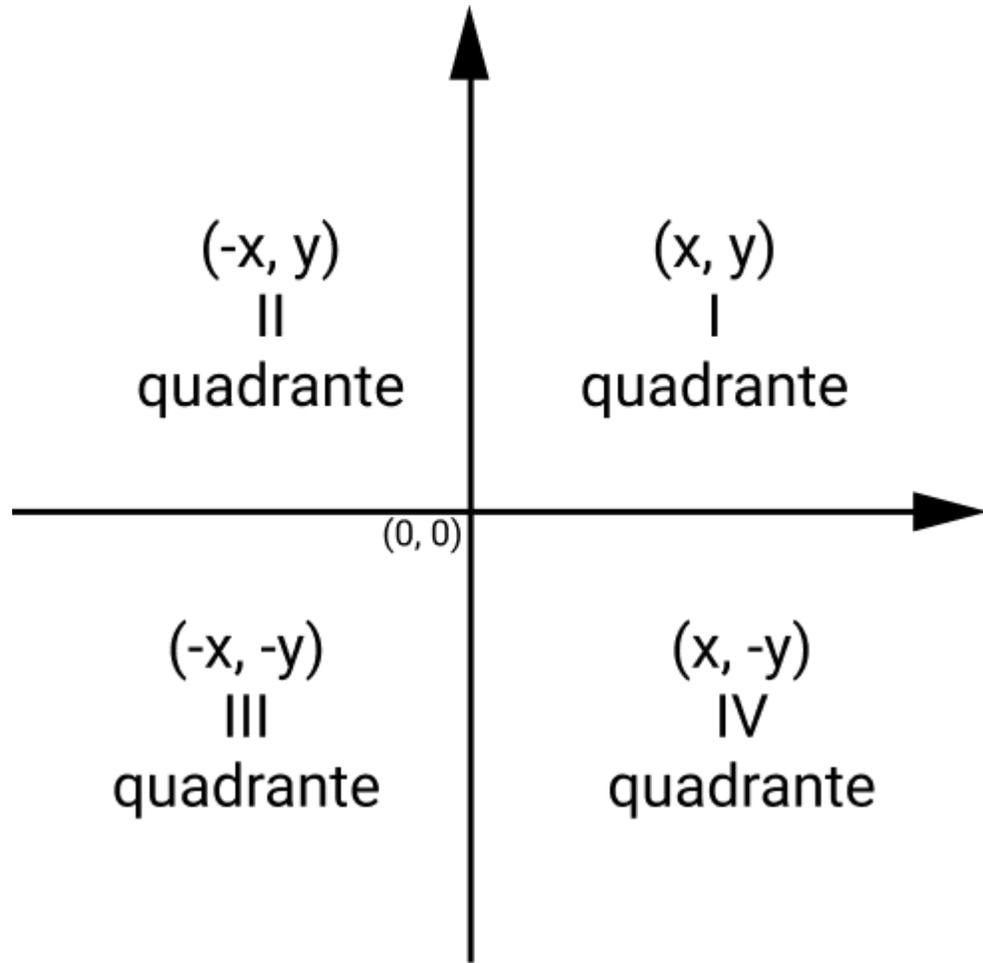
Plano Cartesiano e as coordenadas

- O plano cartesiano ortogonal é constituído por dois eixos x e y perpendiculares entre si que se cruzam na origem.
- O eixo horizontal é o eixo das abscissas (eixo OX) e o eixo vertical é o eixo das ordenadas (eixo OY).
- Associando a cada um dos eixos o conjunto de todos os números reais, obtém-se o plano cartesiano ortogonal.
- Cada ponto $P=(a,b)$ do plano cartesiano é formado por um par ordenado de números, indicados entre parênteses, a abscissa e a ordenada respectivamente. Este par ordenado representa as coordenadas de um ponto.

Plano Cartesiano

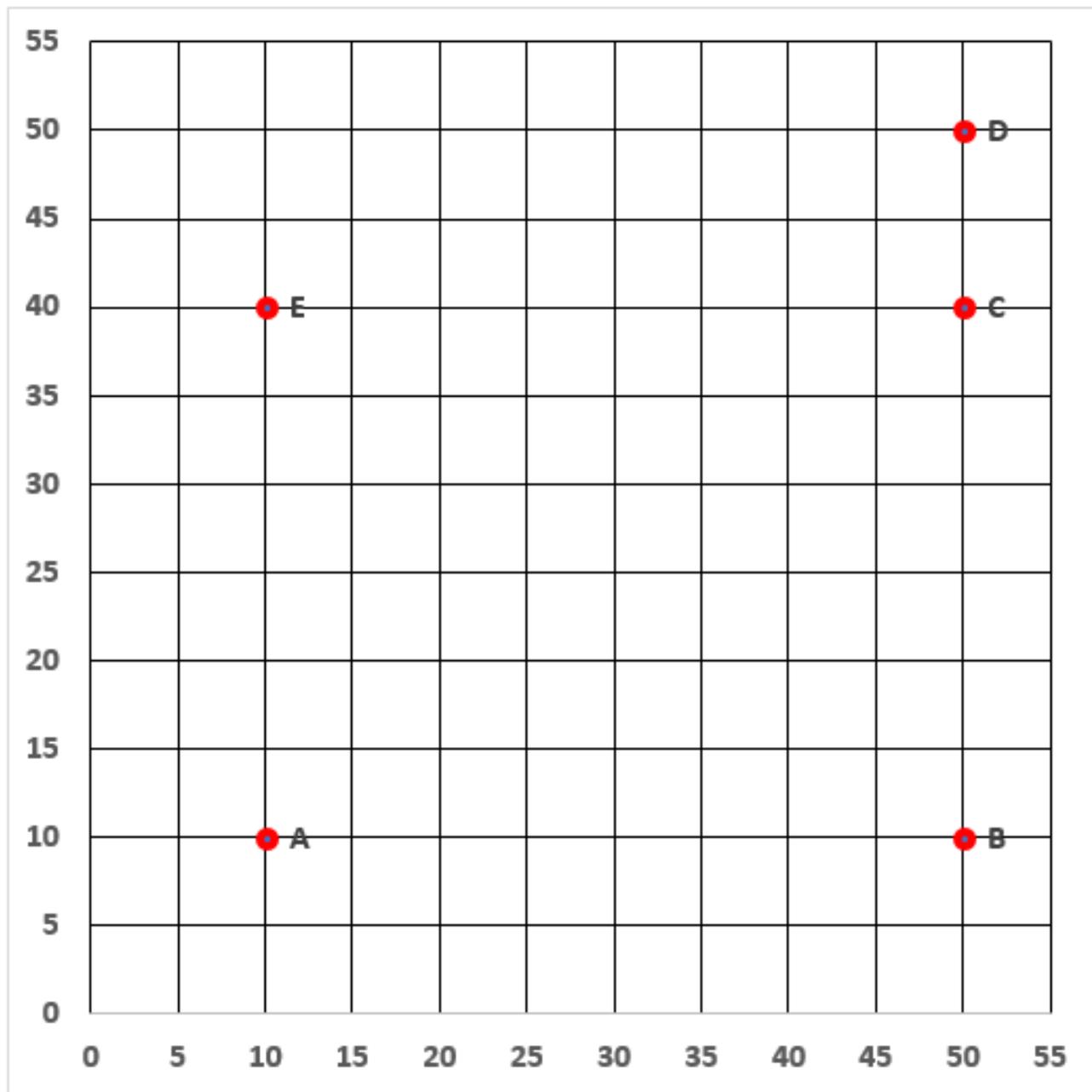
- O primeiro número indica a medida do deslocamento a partir da origem para a direita (se positivo) ou para a esquerda (se negativo).
- O segundo número indica o deslocamento a partir da origem para cima (se positivo) ou para baixo (se negativo).
- Os dois eixos dividem o plano em quatro regiões denominadas quadrantes, sendo que, tais eixos são retas concorrentes na origem do sistema formando um ângulo reto (90 graus). Os nomes dos quadrantes são indicados no sentido anti-horário.

Determine as coordenadas dos seguintes pontos:



Exemplo de aplicação 2

- Determine as coordenadas dos seguintes pontos

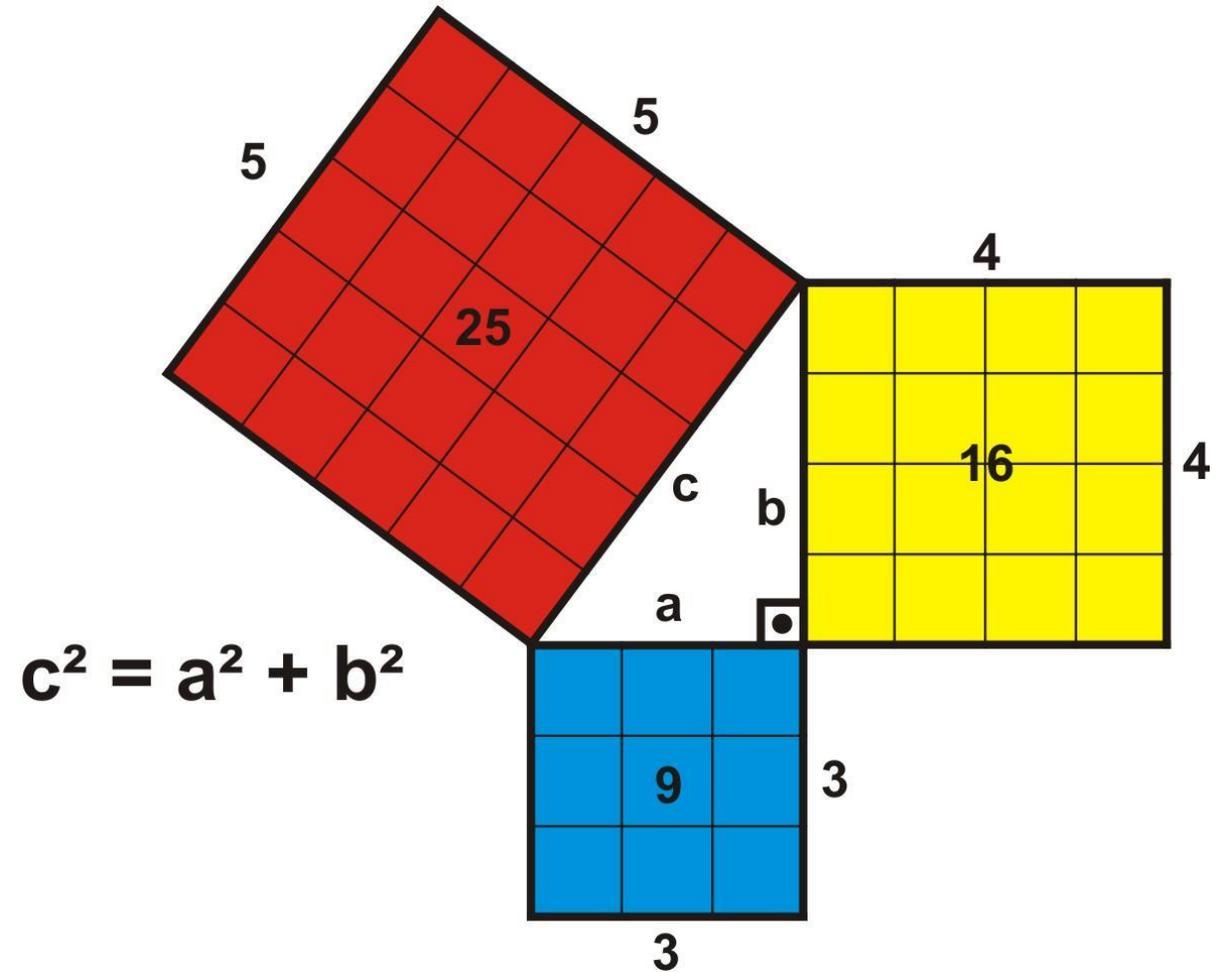


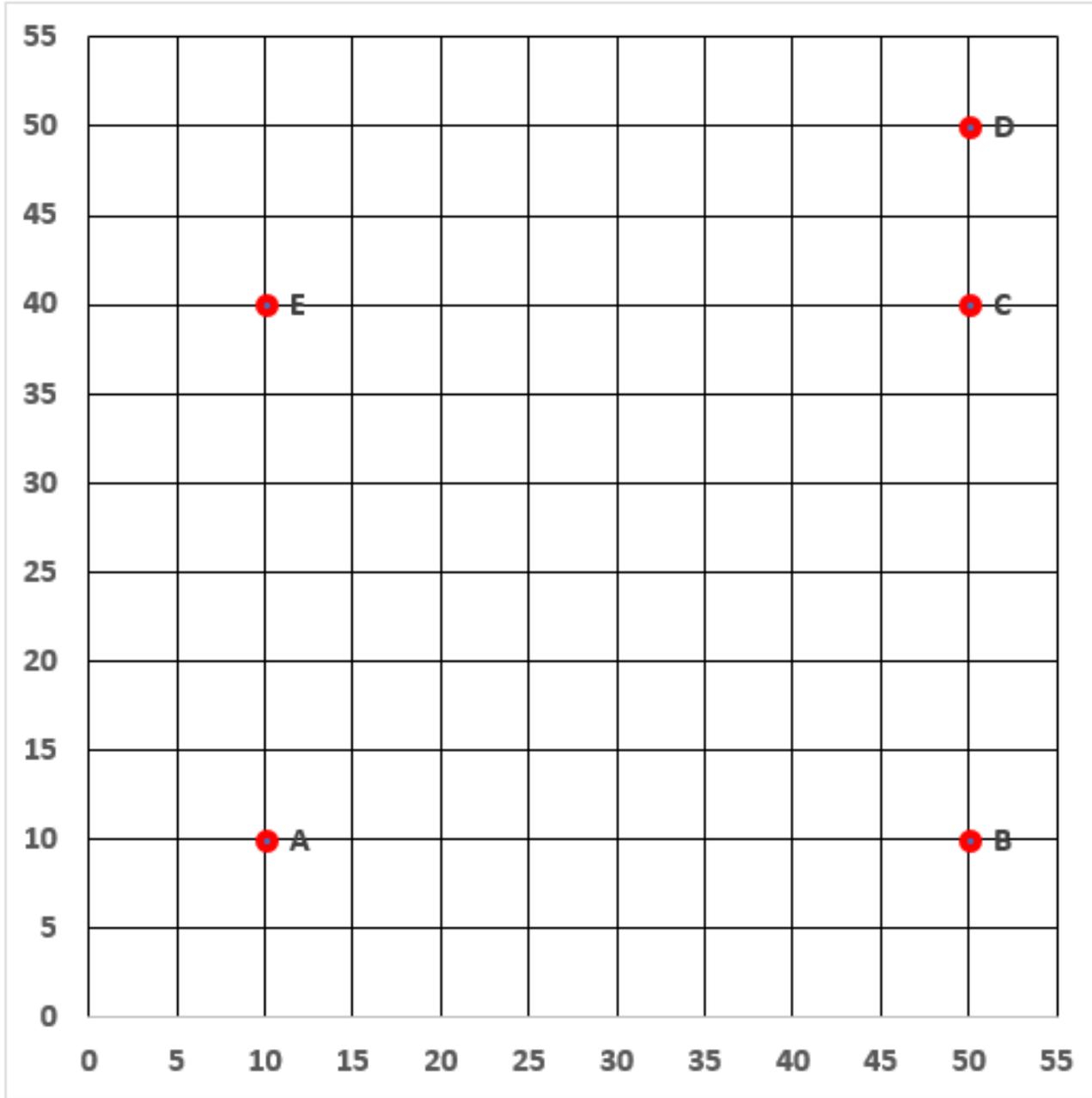
Distâncias (euclidianas) no plano

- Pitágoras
- Soma dos quadrados dos catetos é igual ao....

Exemplo de aplicação 3

- Pitágoras





Calcule a distância do ponto A ao ponto C



Área

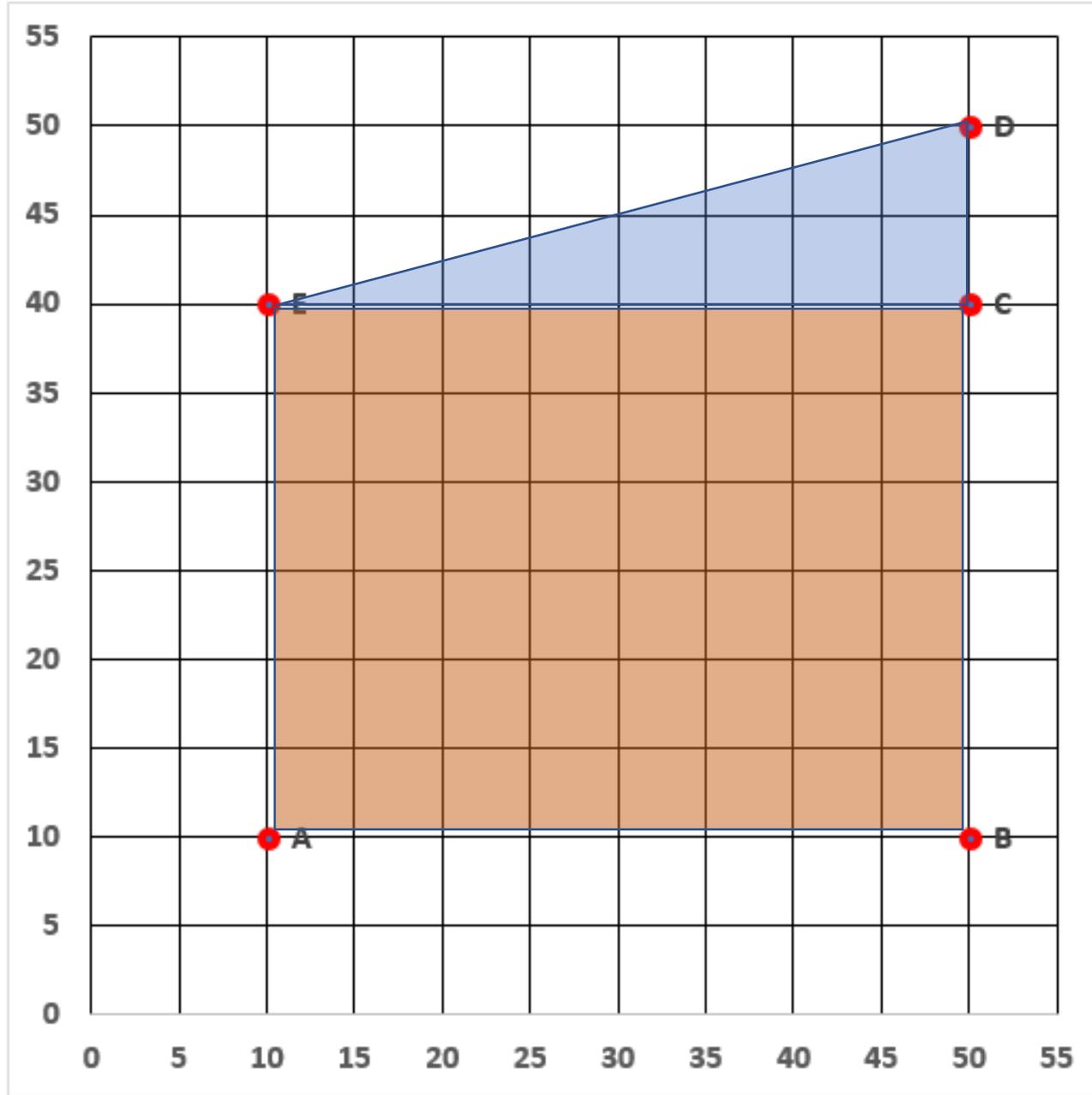
- Pode ser obtida por diferentes processos

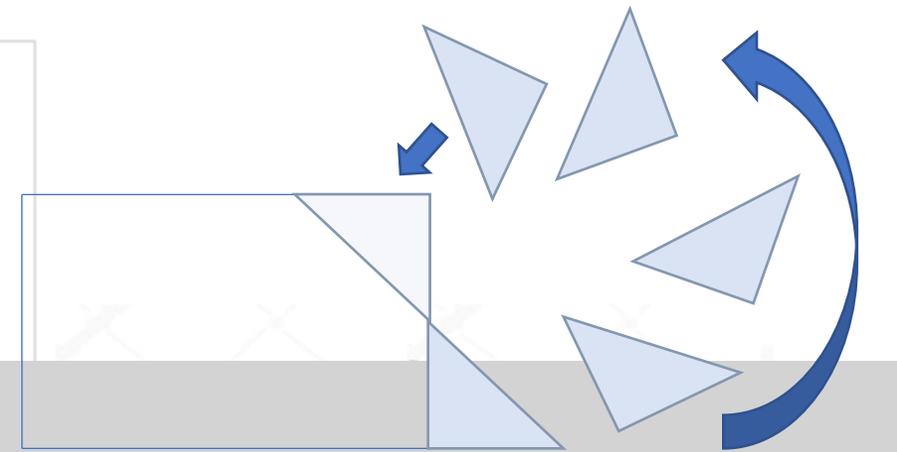
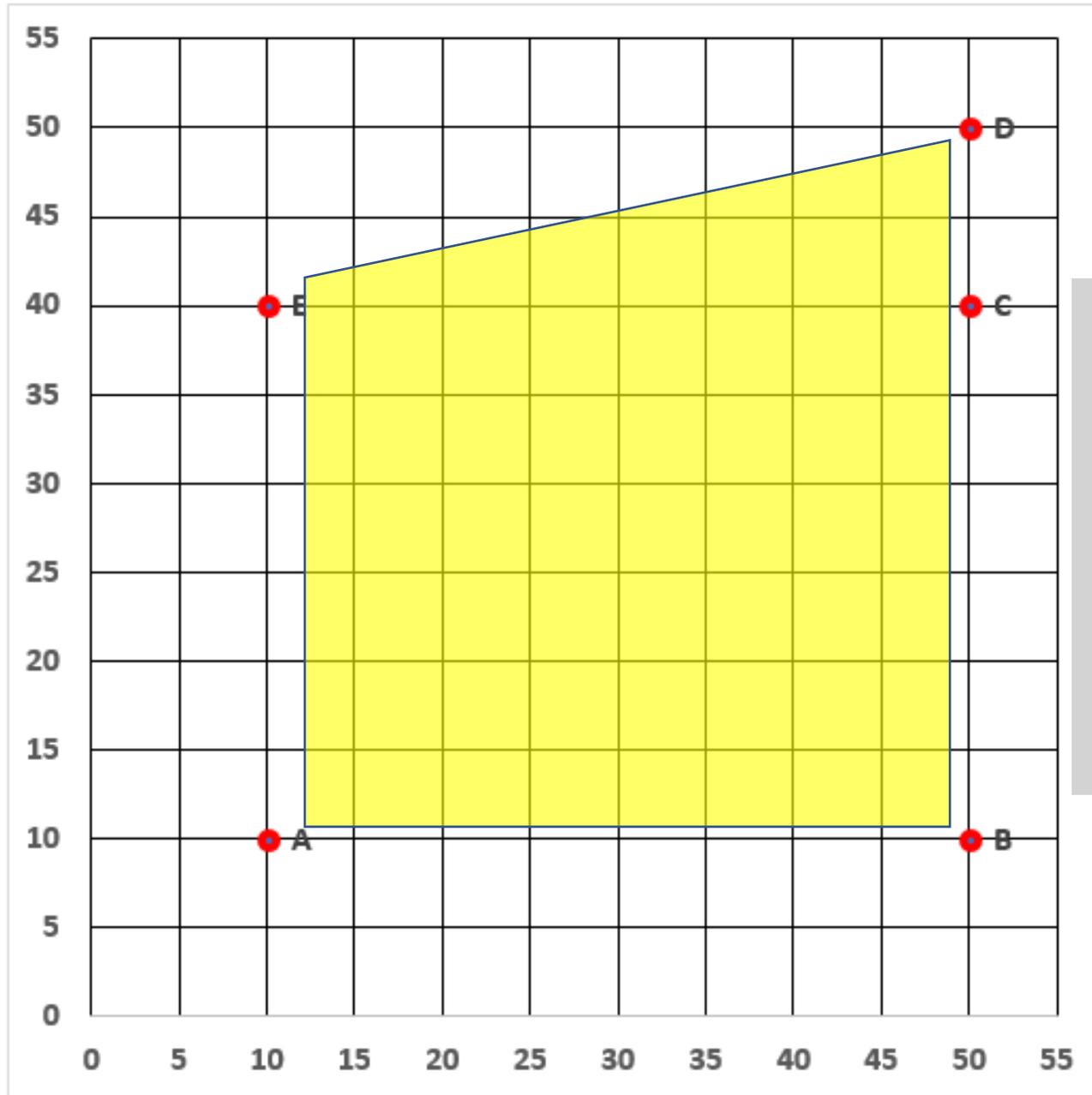
Figuras geométricas

- As figuras geométricas possuem grande utilidade para a cartografia pois possibilitam cálculos de perímetro (medida linear – contorno de uma dada figura regular ou irregular), área (dimensão interna ao perímetro) e volume (dimensão de um dado sólido – regular ou irregular).
- As figuras mais utilizadas são:

Figura:	Fórmula da área:
Triângulo	$b \times h / 2$
Retângulo	$b \times h$
Quadrado	l^2
Trapézio	$B + b/2 * h$
Circunferência	Πr^2

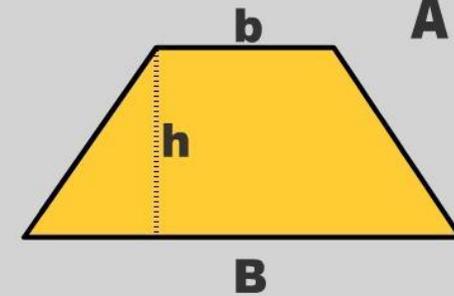
O perímetro de qualquer figura é a soma de seus lados: $P = \sum l$, sendo que no caso da circunferência o perímetro é dado por: $2\Pi r$.





ÁREA DO TRAPÉZIO

$$A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$$



Área: matriz e coordenadas cartesianas

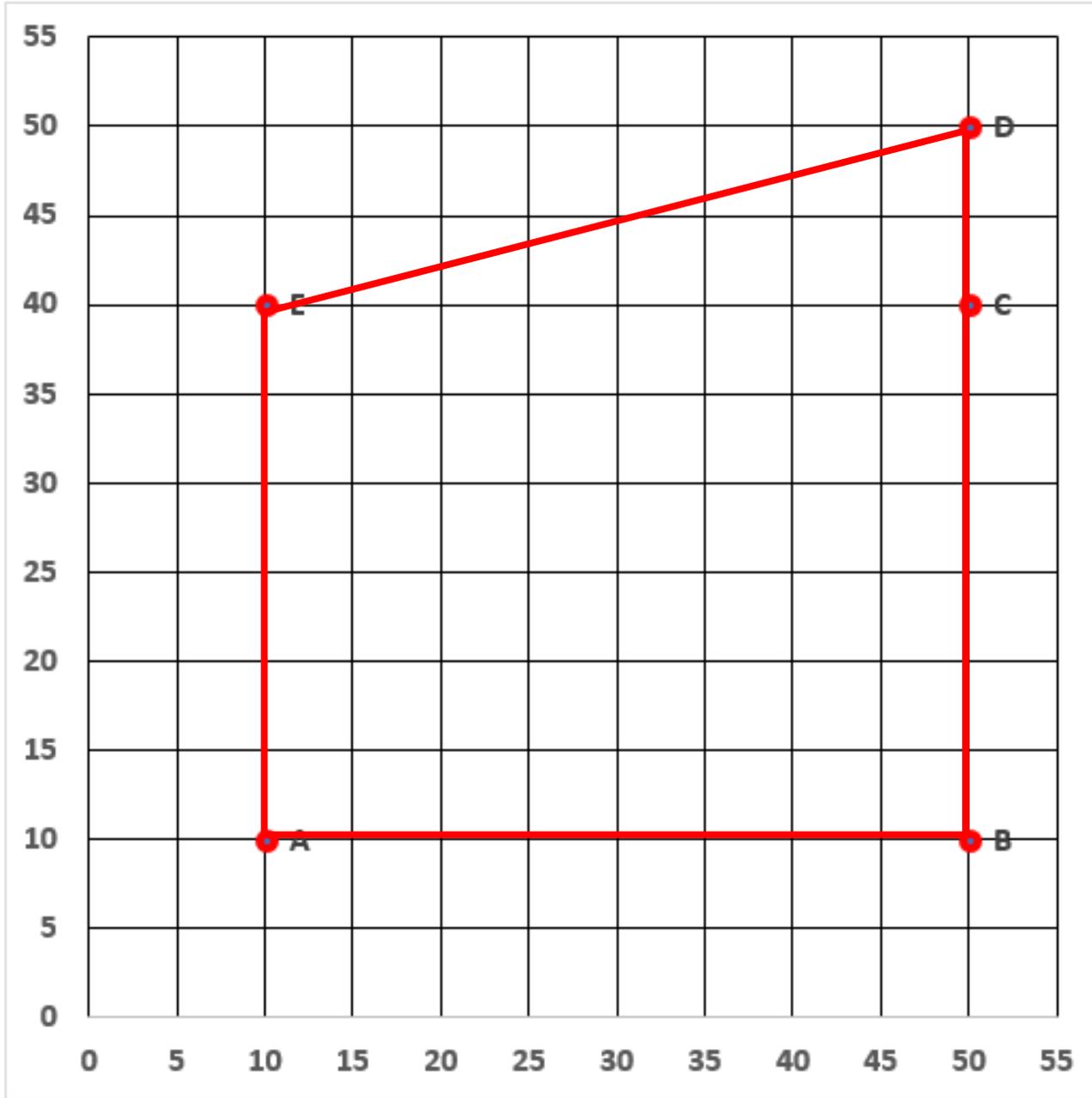
Diagonal Principal

Diagonal Secundária

$$M_{2 \times 2} = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} \\ a_{2,1} & a_{2,2} \end{pmatrix}$$

$$\text{Área} : \frac{(\sum M_p * M_s - \sum M_s * M_p)}{2}$$

$$D = a_{1,1} \cdot a_{2,2} - (a_{1,2} \cdot a_{2,1})$$



Calcule a área do polígono

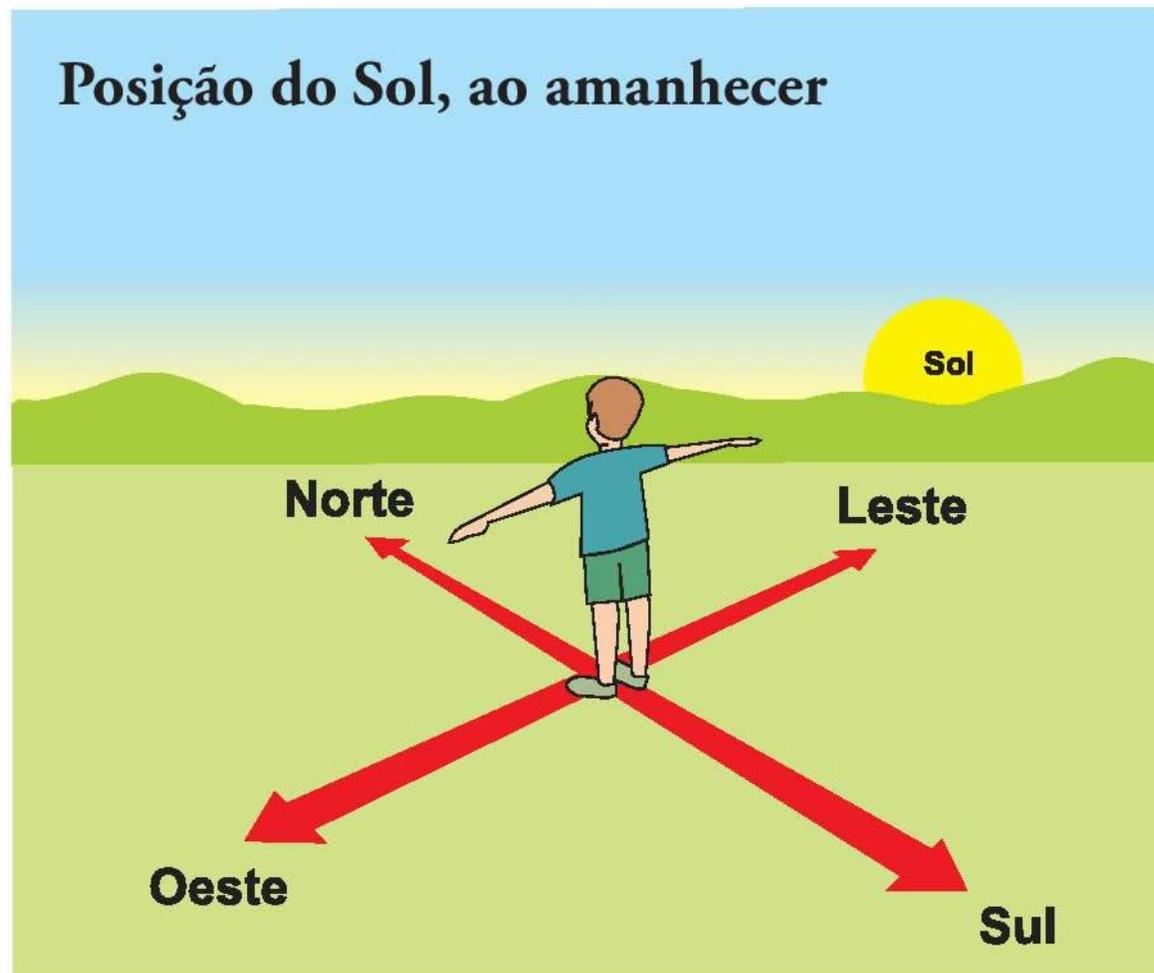


Direções no espaço:

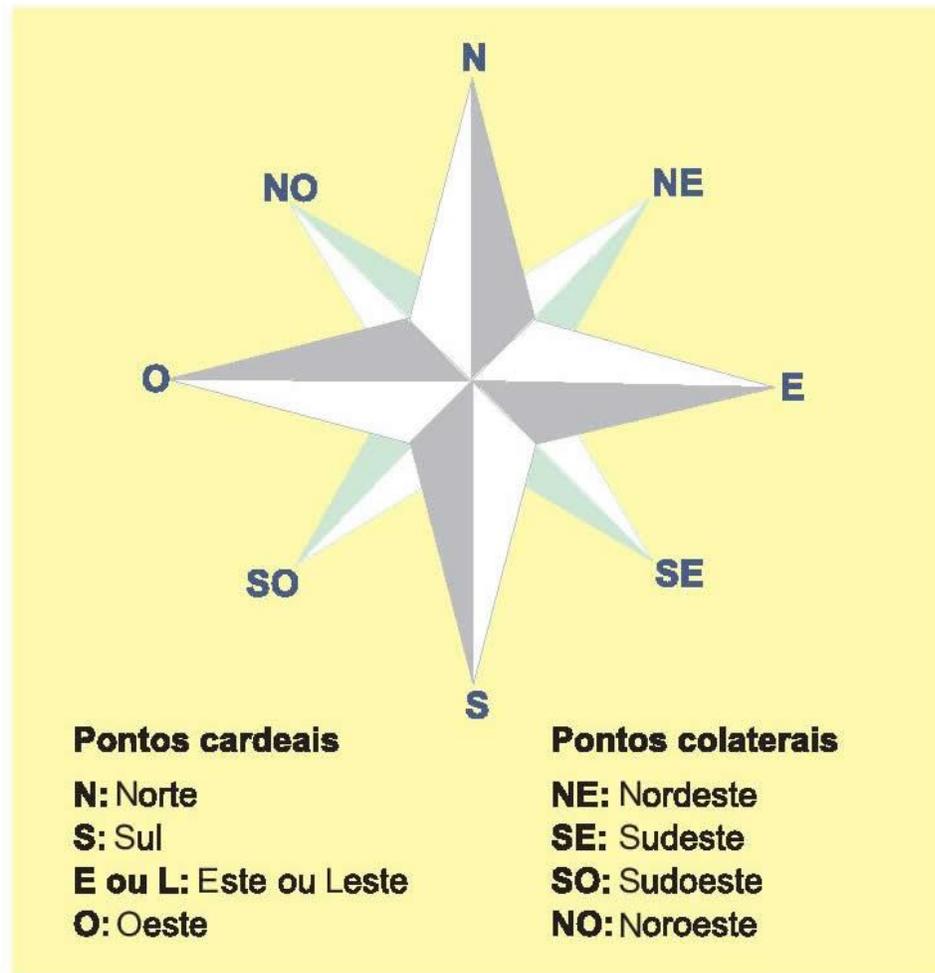
- Norte

— Norte

Posição do Sol, ao amanhecer



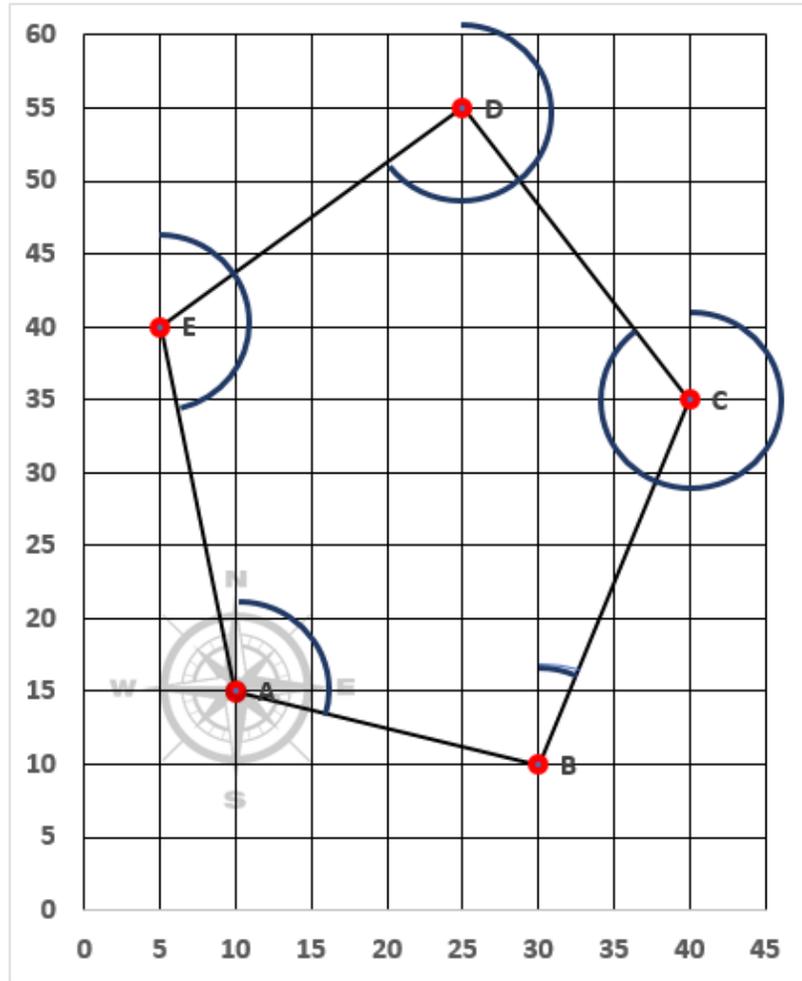
Os pontos cardeais. Fonte: Elaborado por Regina Araujo especialmente para o São Paulo faz escola.



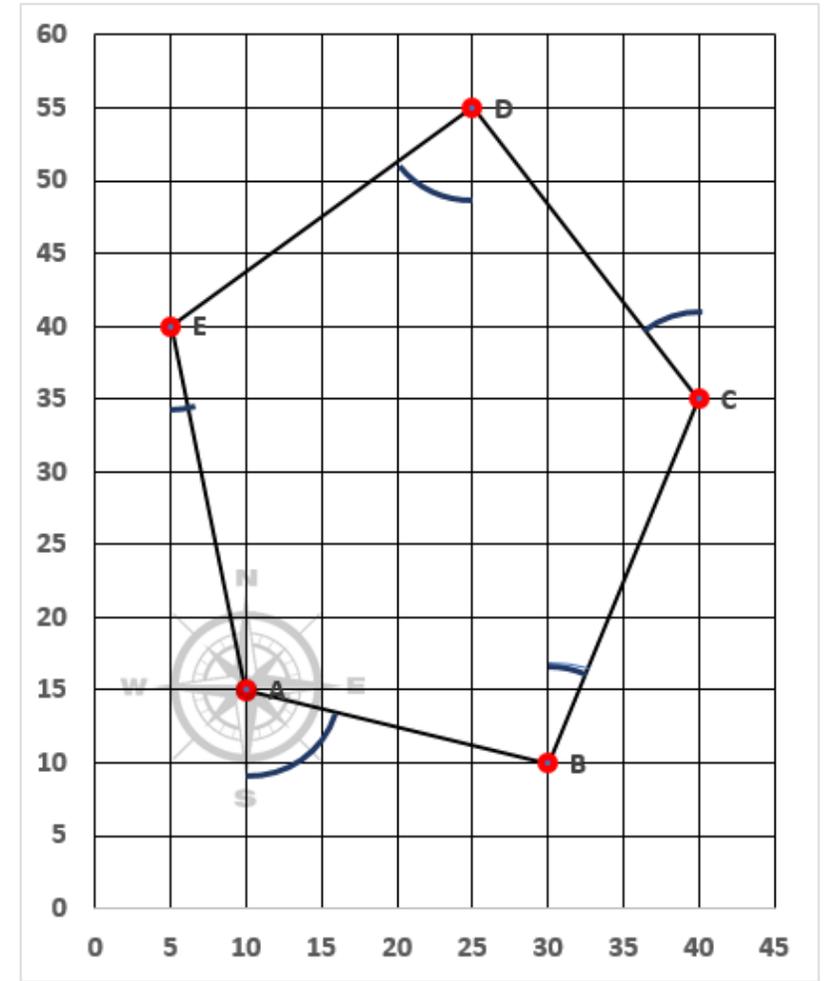
_____. Fonte: Elaborado por Regina Araujo especialmente para o São Paulo faz escola.

- <https://luizclegari.com/index.php/6-ano/1-semester-6-ano-geografia/249-orientacao-relativa-a-rosa-dos-ventos.html>

Direções no espaço: Azimute e Rumor



Azimute e Rumor

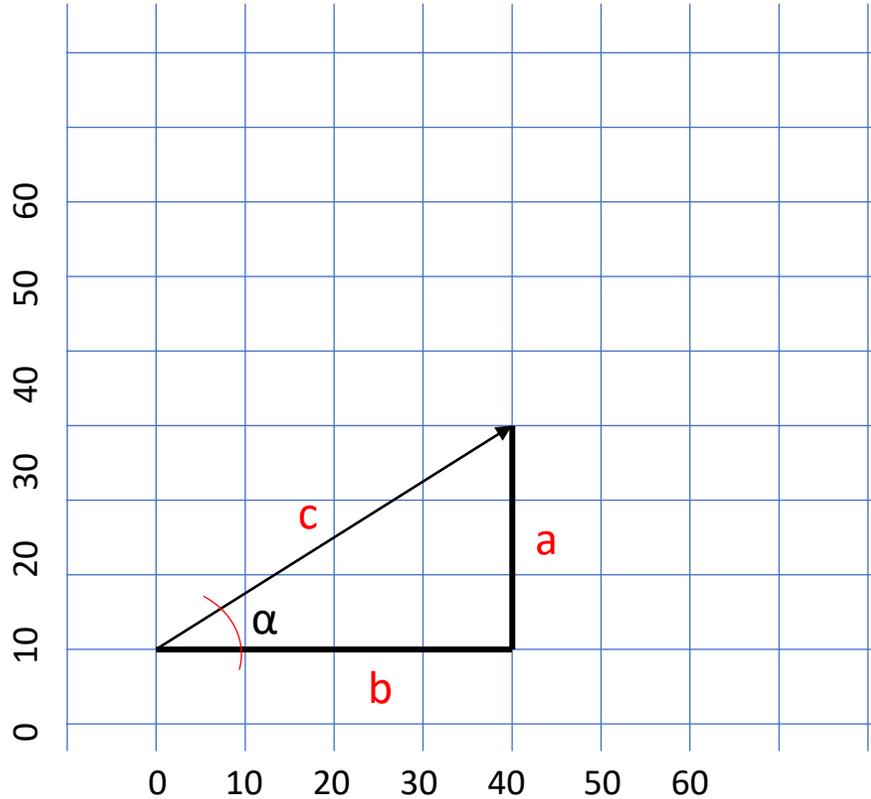


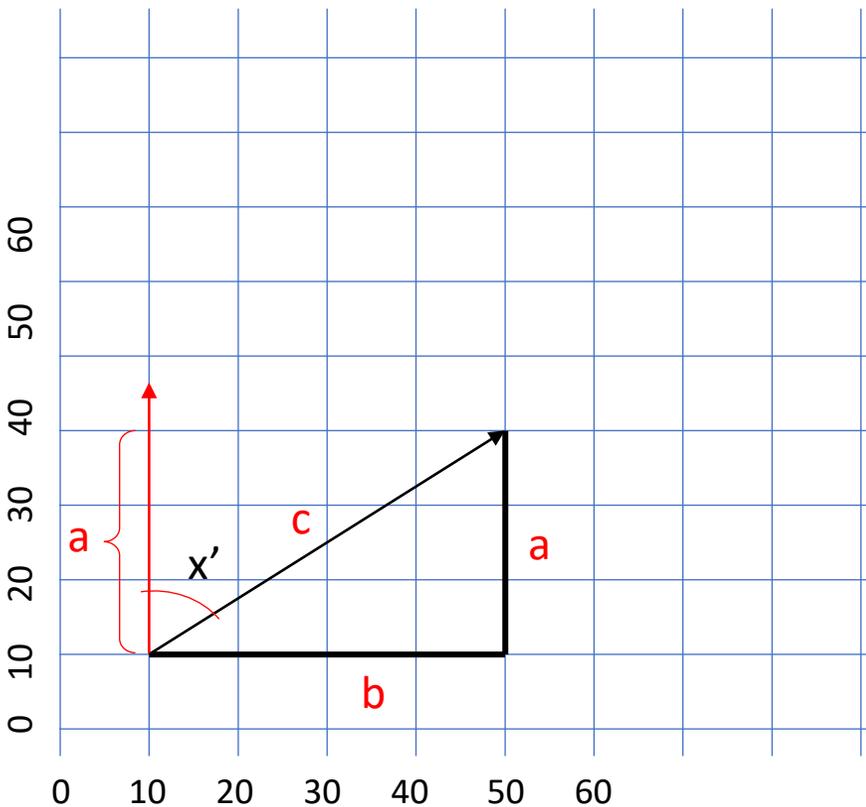
Relações plano cartesiano e círculo
trigonométrico –direções no espaço

Cálculo de um ângulo (direção):

Eu sei que, c multiplicado pelo $\cos \alpha$ é igual a b

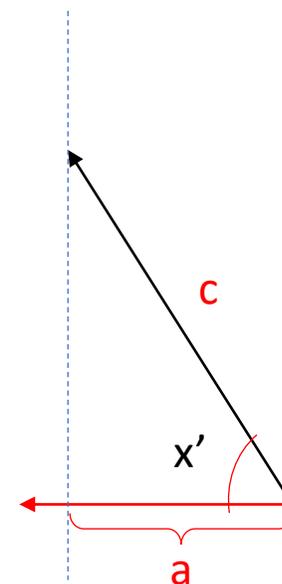
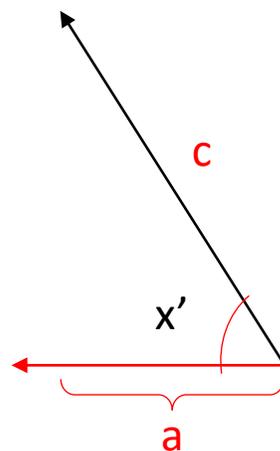
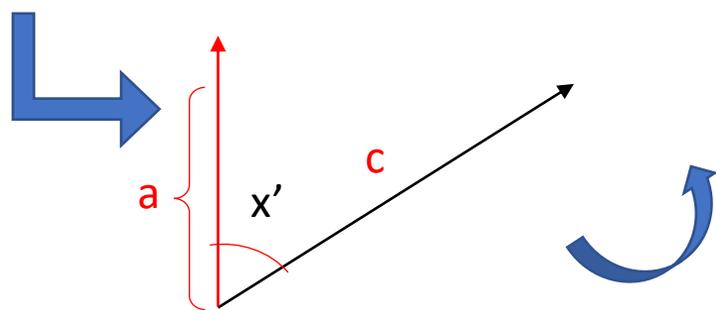
$$c * \cos \alpha = b$$

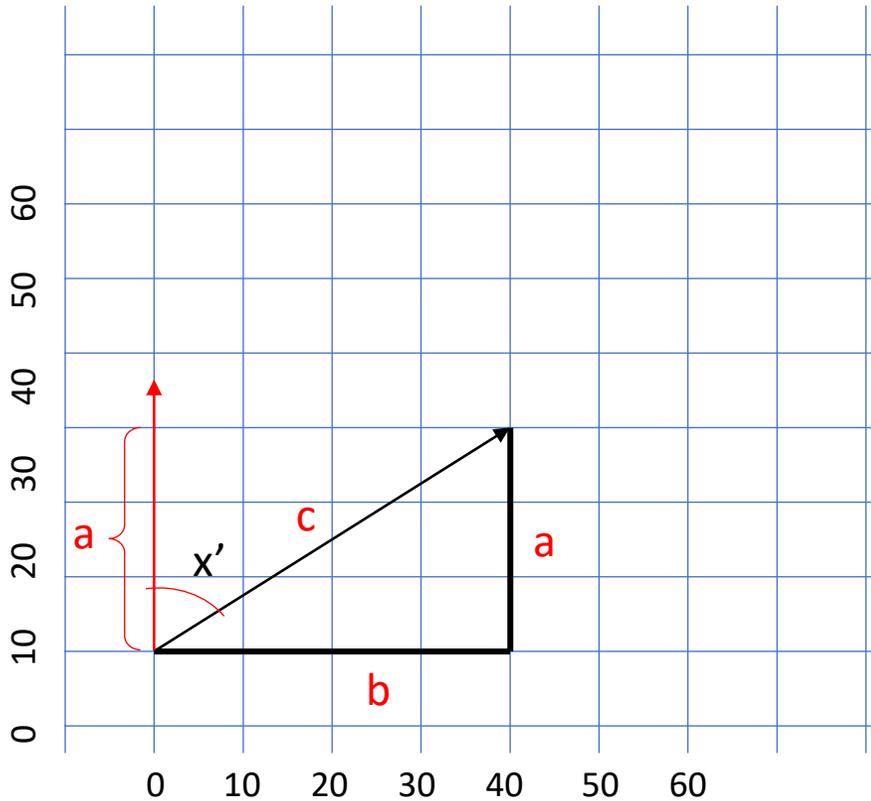




RUMO – Direção em relação ao norte/sul
 Cálculo do rumo:

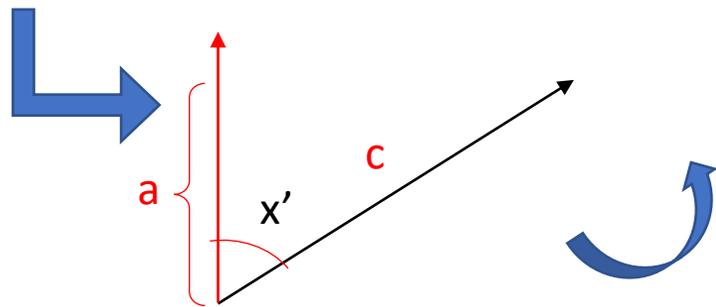
E se eu quiser encontrar o valor de x' ?

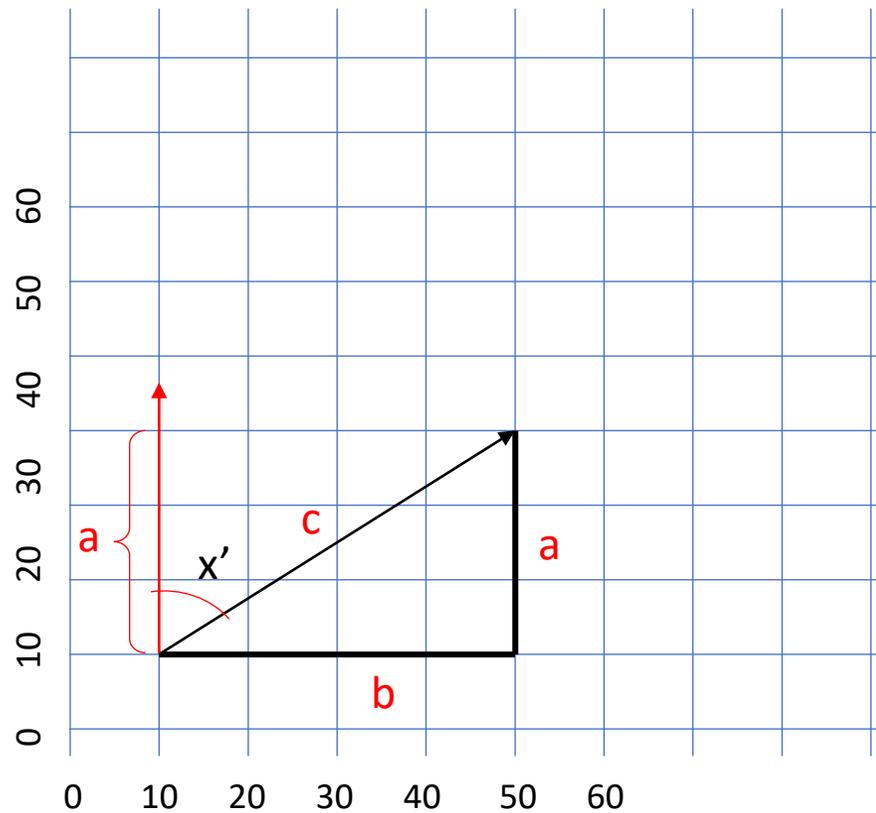




c multiplicado pelo $\cos x'$ é igual a a

$$c * \cos x' = a$$





Então:

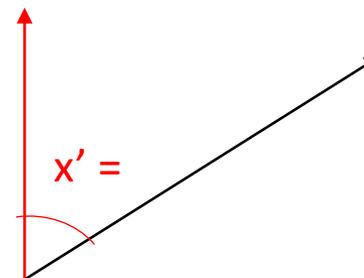
c multiplicado pelo $\cos x'$ é igual a a

$$c * \cos x' = a$$

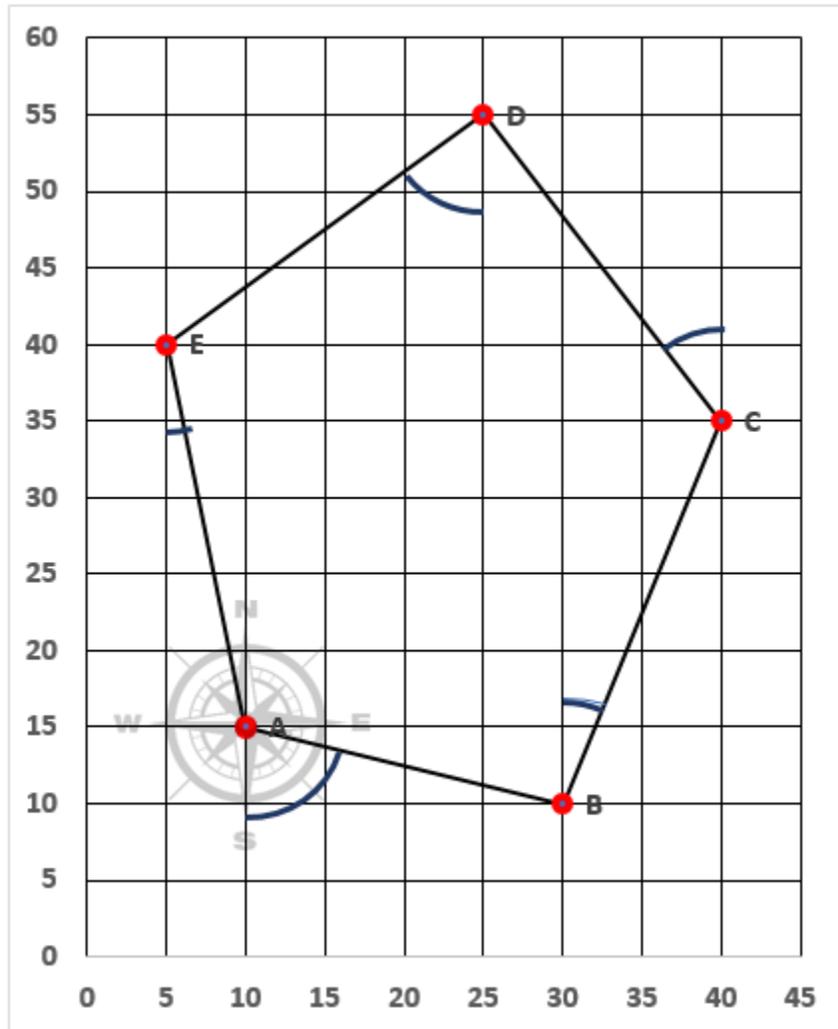
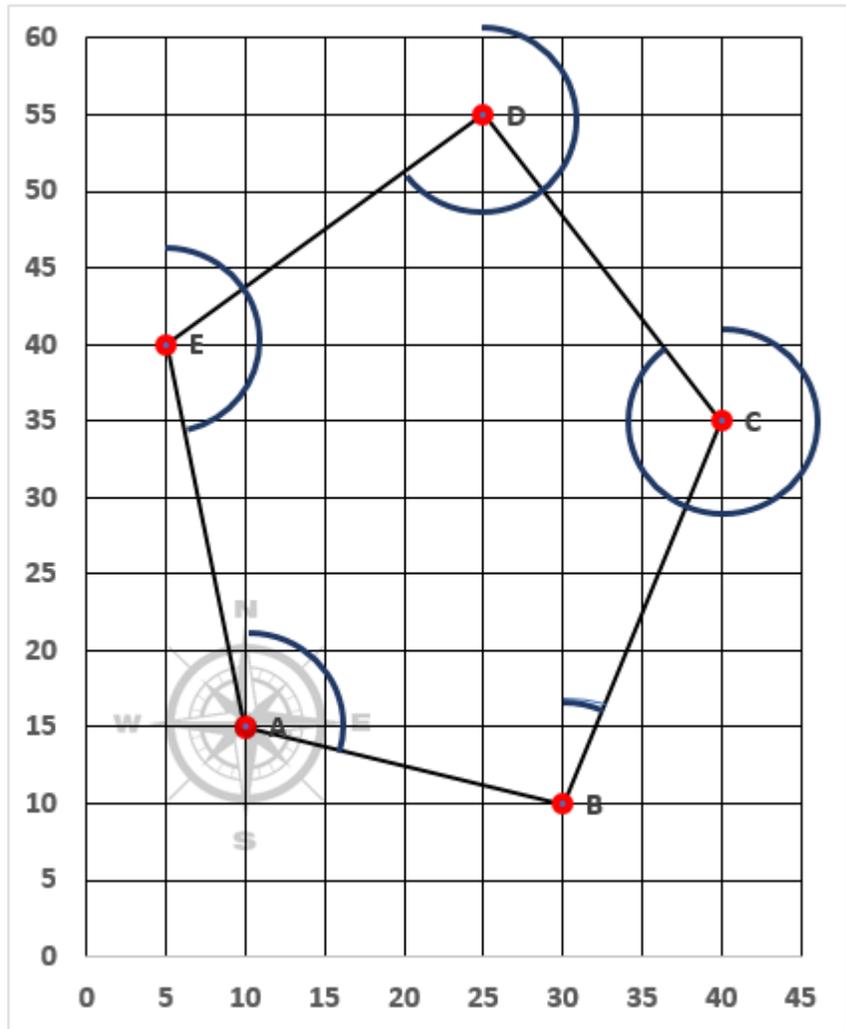
Invertendo:

$$\cos x' = a/c$$

$$\arccos x' =$$



Direções no espaço: Azimute e Rumor



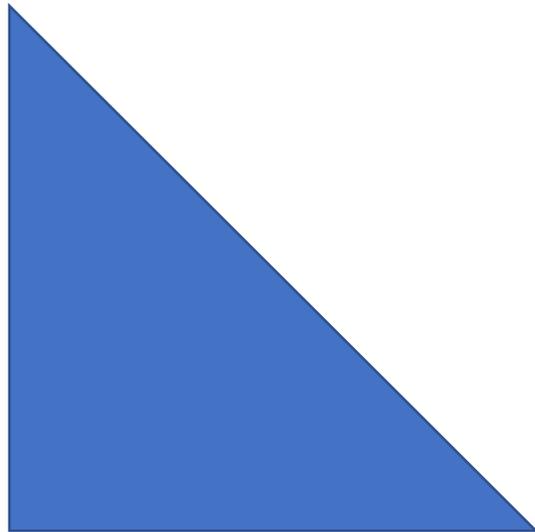
Figuras geométricas no plano cartesiano

- planilha

Sistema de Coordenadas no Espaço

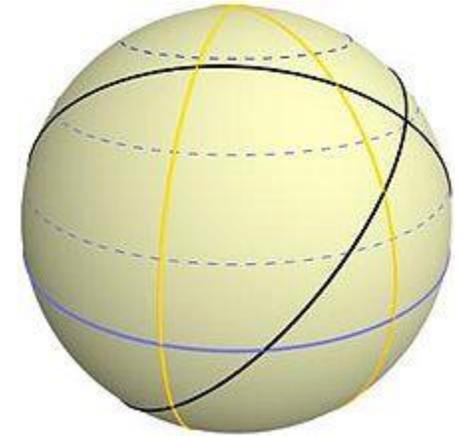
- Cartografia geral, digital e temática -
- P.20

Qual a soma dos ângulos internos de um triângulo?



Distâncias na superfície terrestre

Conceitos: Loxodromia – ortodromia
Loxodromia

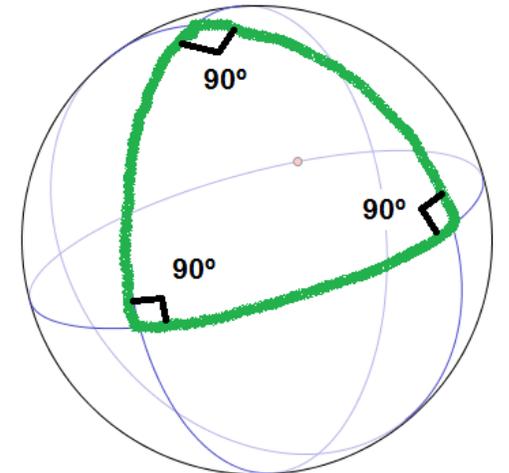


**Distância entre Pontos sobre a Esfera Terrestre –
Coordenadas Geográficas**

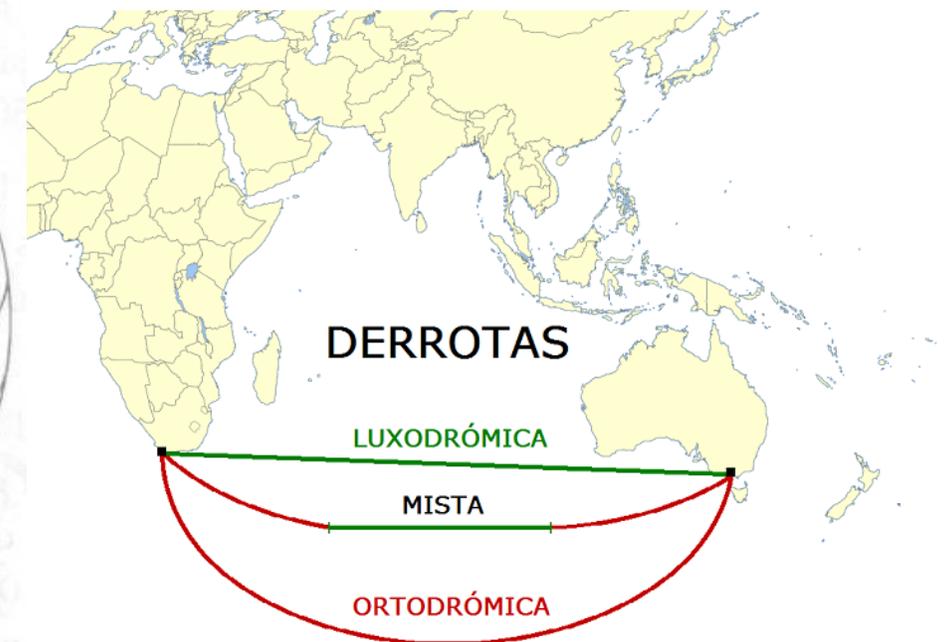
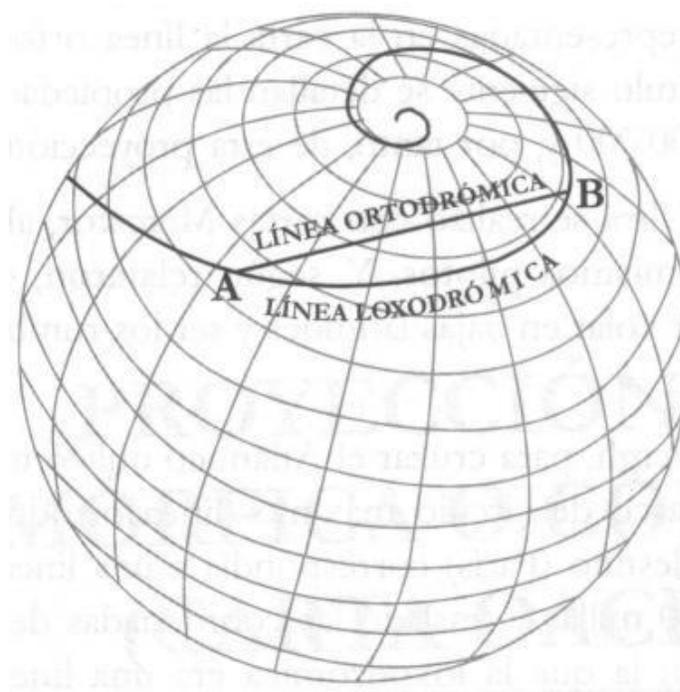
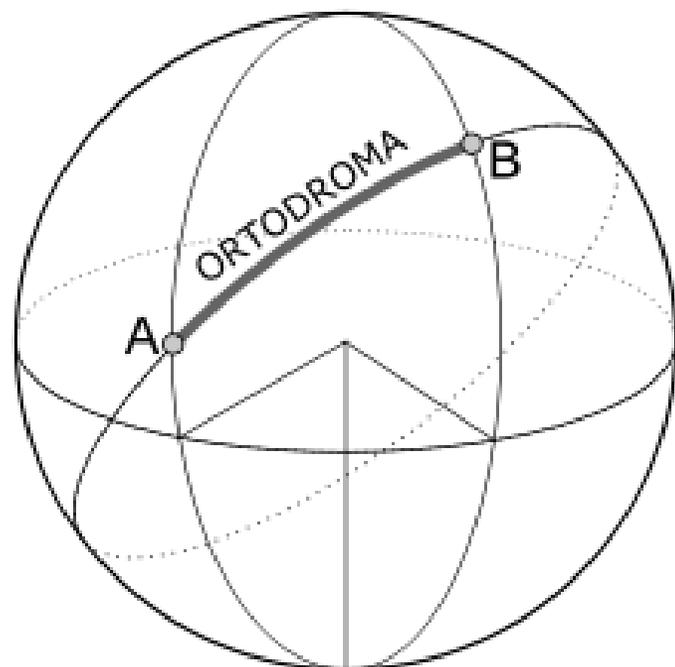
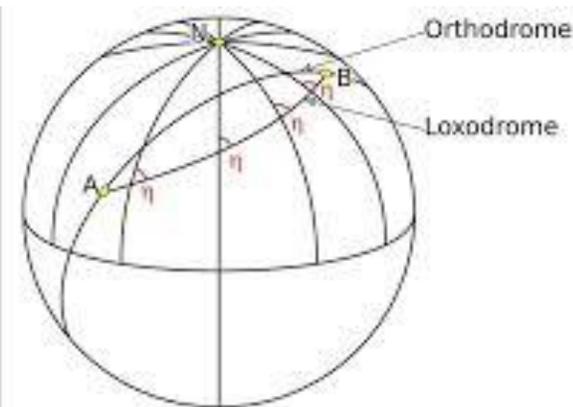
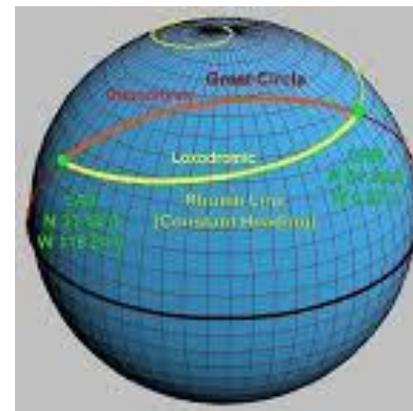
$$\cos(z) = \text{sen}(\varphi_P) \cdot \text{sen}(\varphi_Q) + \cos(\varphi_P) \cdot \cos(\varphi_Q) \cdot \cos(\lambda_P - \lambda_Q)$$

$$s = R \cdot z_{\text{RAD}}$$

Exemplo: google earth

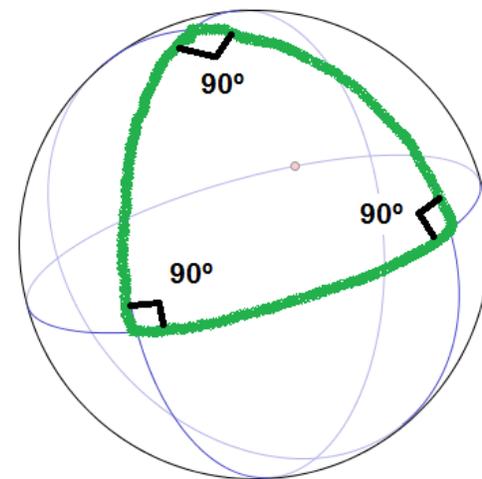


Ortodromia e loxodromia

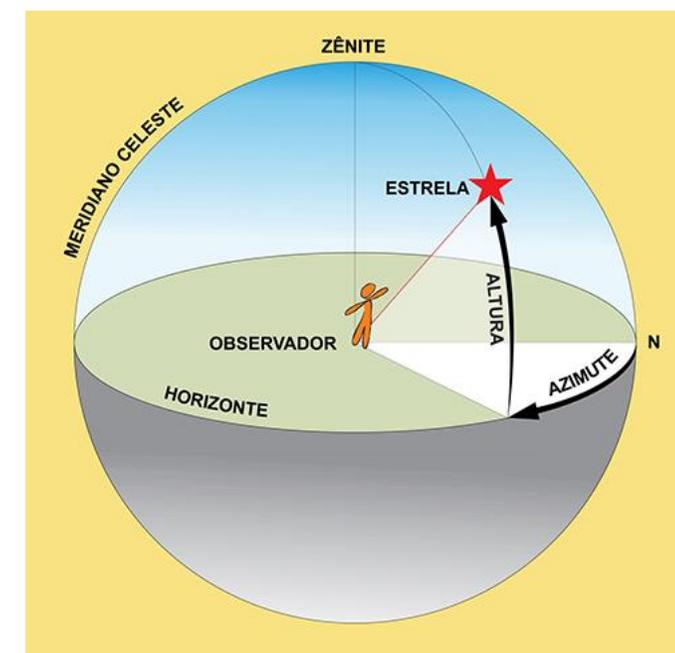
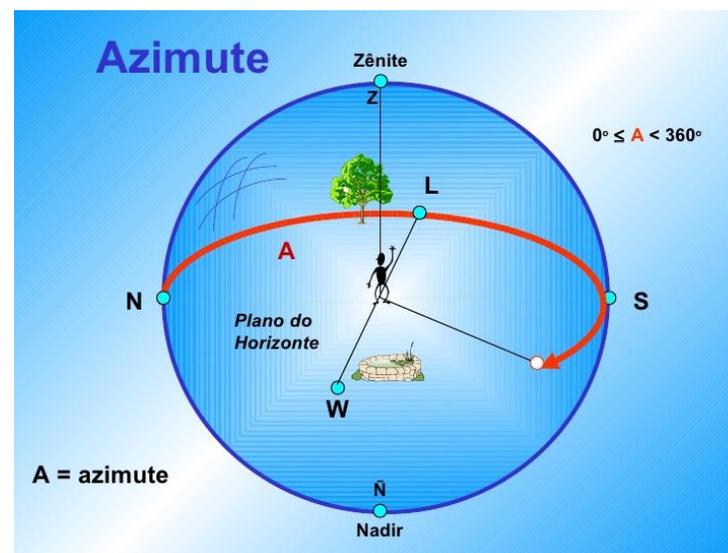
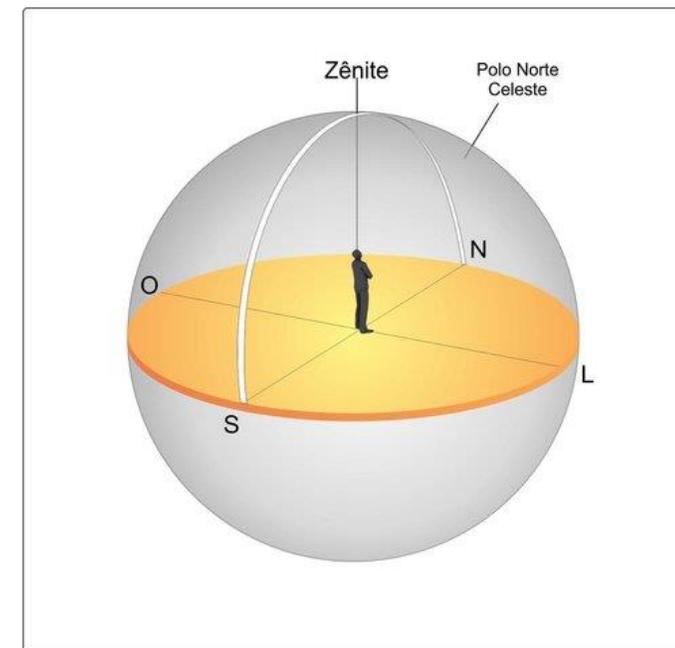
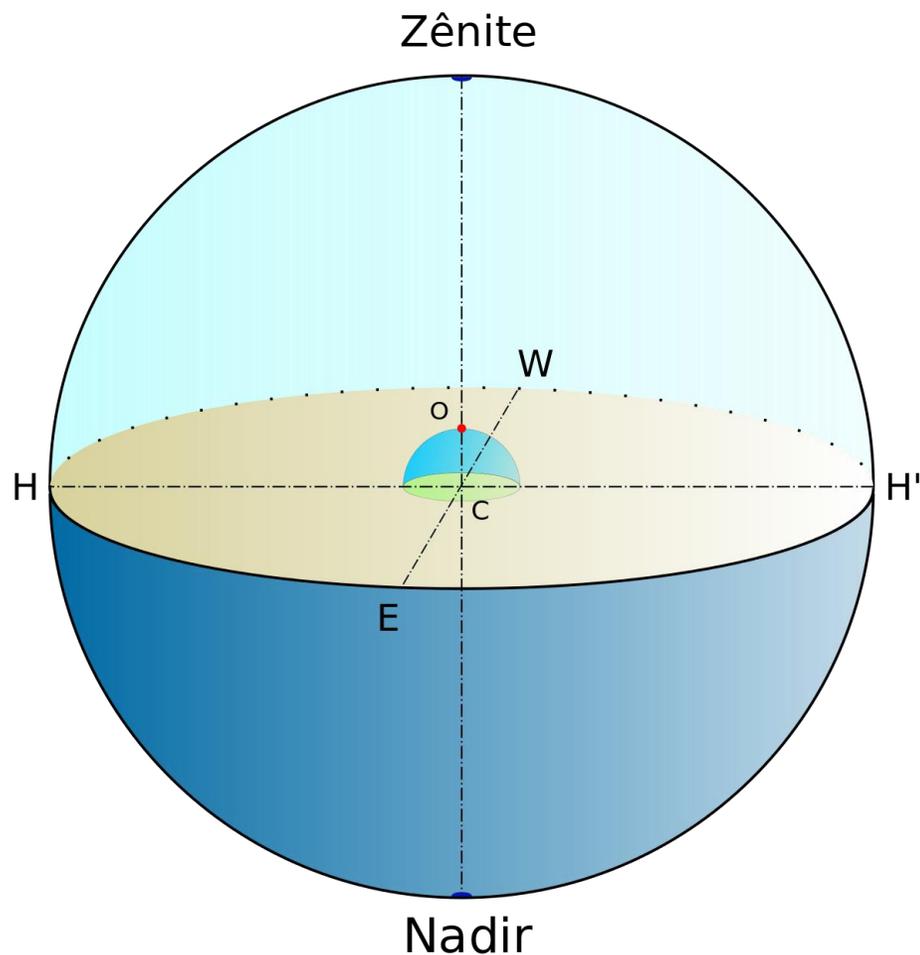


Direções

$$\cotg R_i = \frac{\cos l \cdot \tan l' - \operatorname{sen} l \cdot \cos \Delta L}{\operatorname{sen} \Delta L}$$



Outras referências no espaço



Exercício (valor 20 pontos – dupla – 45min)

- Calcule a distância entre os pontos de coordenadas:
 - 1. (36,70) e 2. (48,78)
- Calcule a área do polígono de coordenadas
 - 1. (36,70) e 2. (48,78), 3. (22,76) e 4. (18,70)
- Calcule a distância em metros entre os pontos de coordenadas
 - 1. (36°,70°) e 2. (38°,68°) (para circunferência de 40000km)

Ou

- Calcule o rumo entre os pontos 1. (36,78) e 2. (48,78)

Distância entre Pontos sobre a Esfera Terrestre –
Coordenadas Geográficas

$$\cos(z) = \text{sen}(\varphi_P) \cdot \text{sen}(\varphi_Q) + \cos(\varphi_P) \cdot \cos(\varphi_Q) \cdot \cos(\lambda_P - \lambda_Q)$$

$$s = R \cdot z_{\text{RAD}}$$

Semanas 5 e 6 - 01/04 a 08/04

- Elementos de Geodésia
- Sistema Geodésico Brasileiro
- Projeções

- Leitura complementar:
- Cartografia geral, digital e temática
 - P. 25 (Sistema de Coordenadas Geográficas) a 45 (Os sistemas RTM e LTM – inclusive)

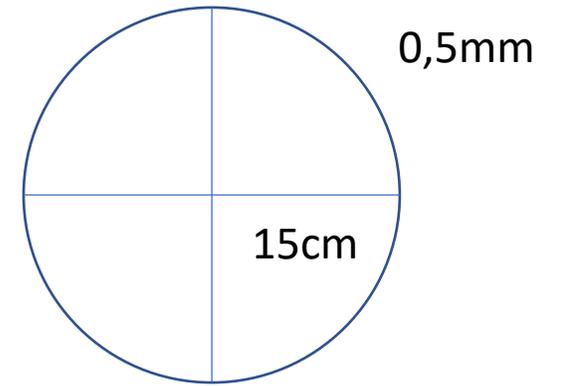
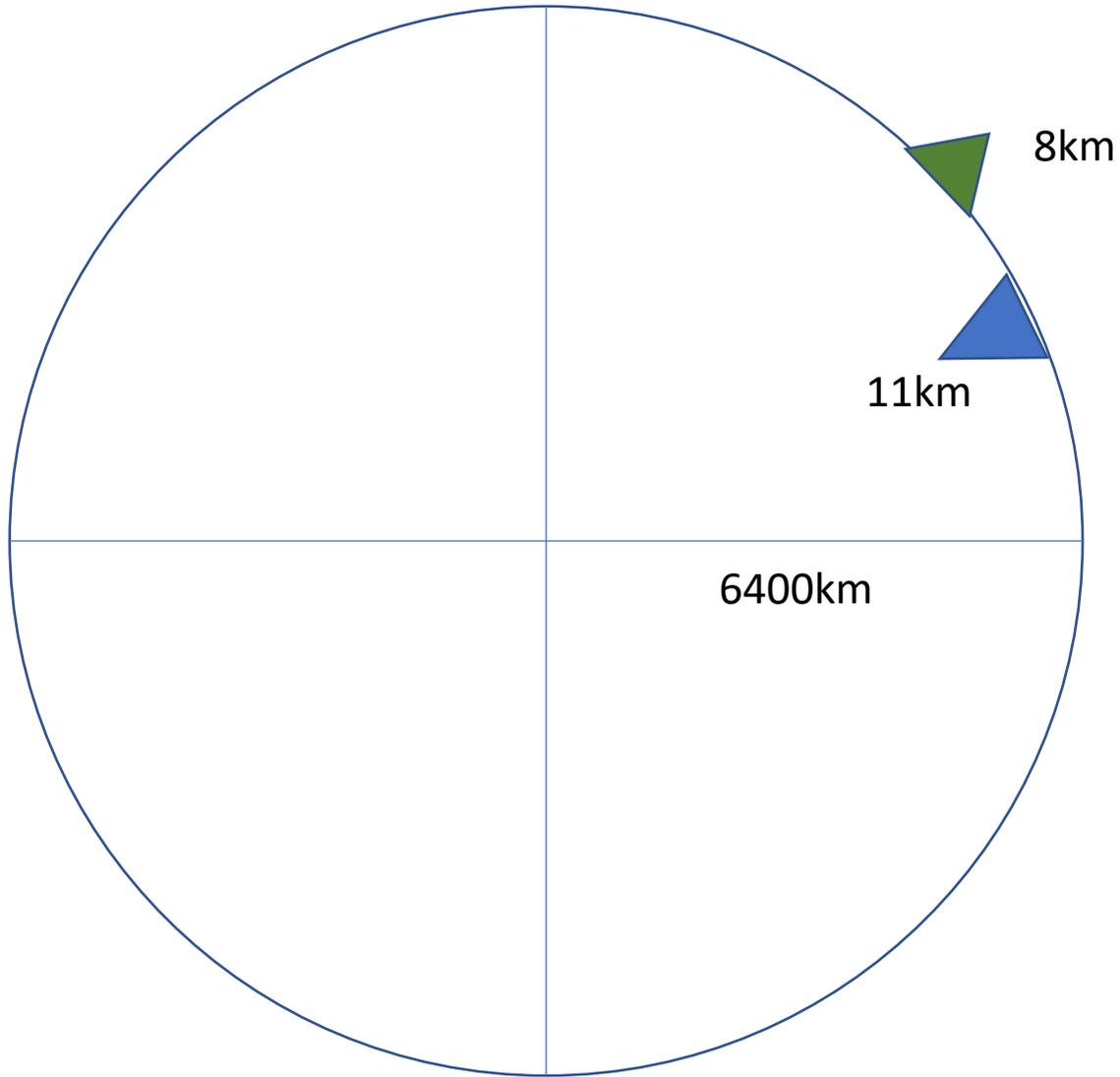
A Terra e seus modelos

- Item 2
- Elementos de Geodésia (Forma da Terra; Representações cartográficas; Superfícies de referência; Superfícies de projeção; Transformações entre sistemas geodésicos)

Qual a forma da Terra?

Esférica?
Feições irregulares?
Achatada?



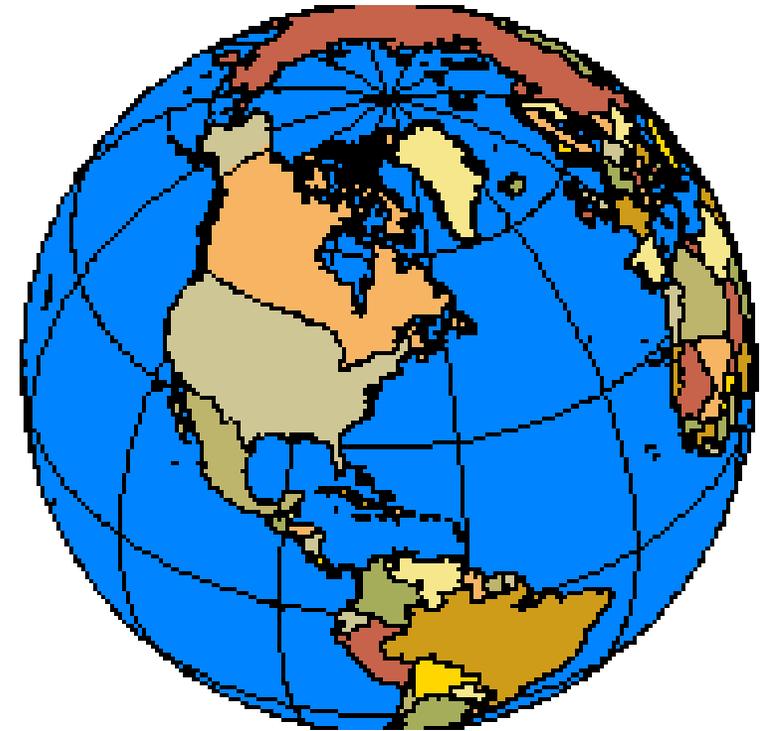


Forma da Terra

- **Modelos:**
 - Esférico
 - Geoidal
 - Elipsoidal

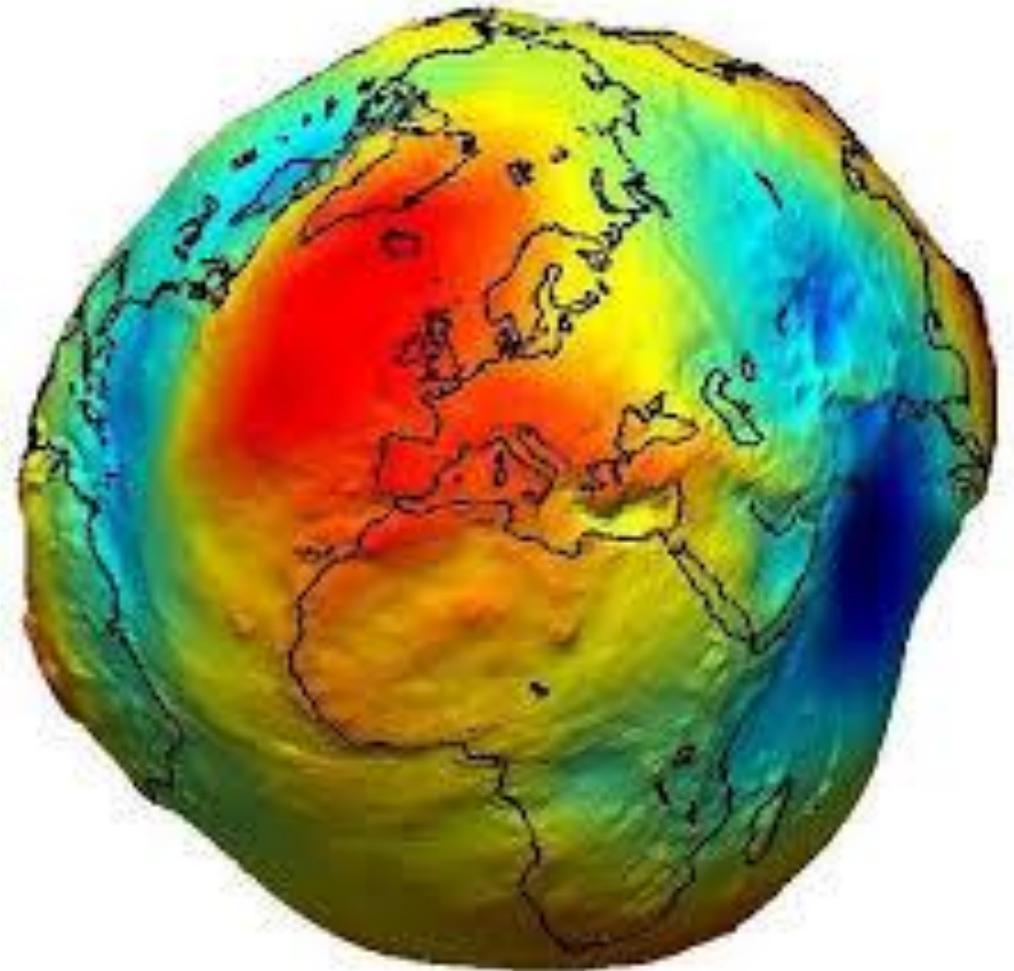
Modelo esférico

- Muito usado na navegação
- Mapas de pequena escala (pouco detalhados)
- Mais simples que o elipsoide
- Definição de um raio, depende do propósito.

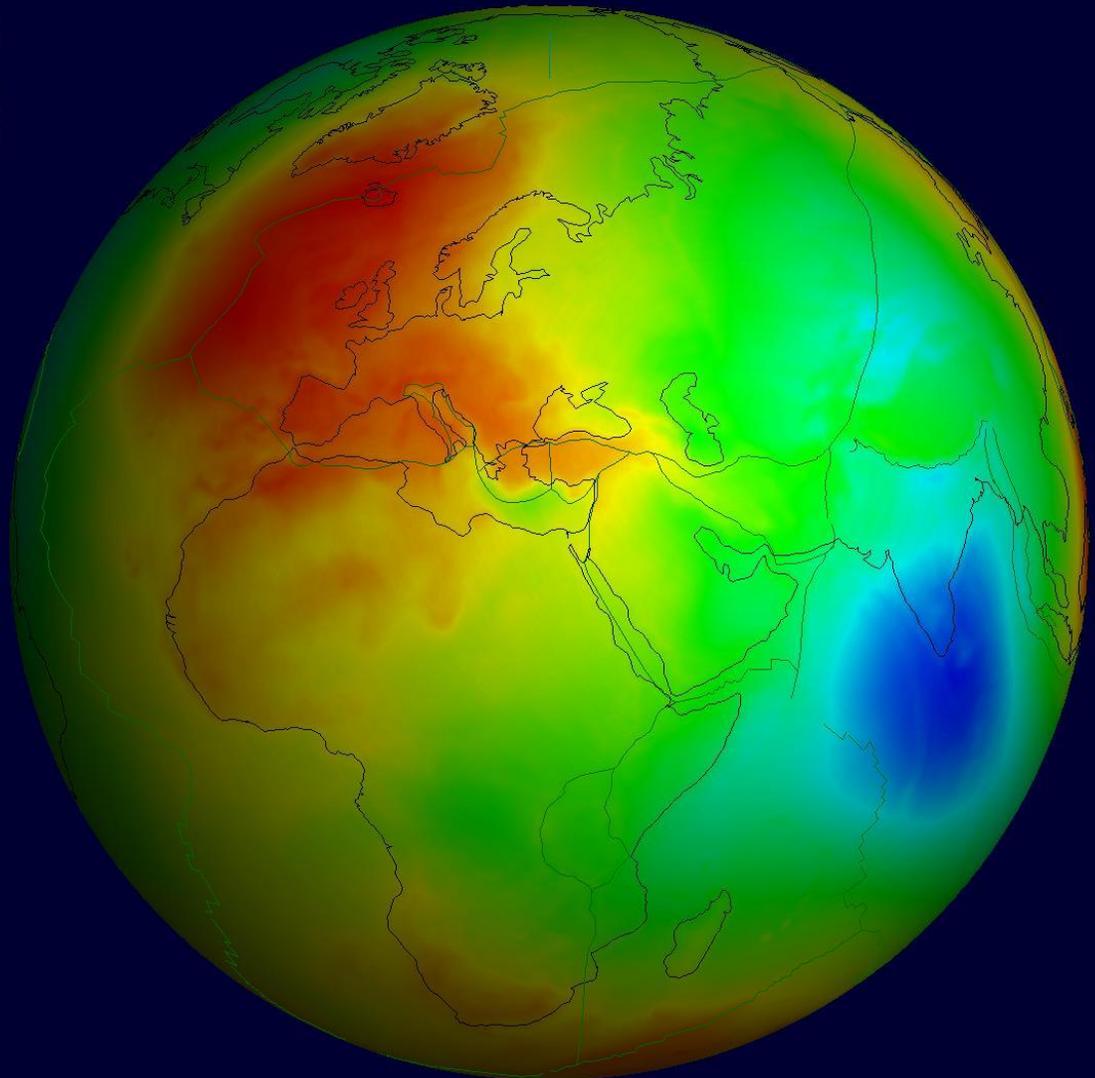
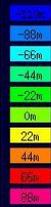


Forma da Terra: Modelo geoidal - Geoide

- Superfície teórica aproximadamente coincidente com o nível médio do mar e que, em todos os pontos, é perpendicular à direção do fio-de-prumo.”
- GASPAR (2000)
- <https://www.youtube.com/watch?v=APZN3HiUNq0>
- <https://www.youtube.com/watch?v=q65O3qA0-n4>

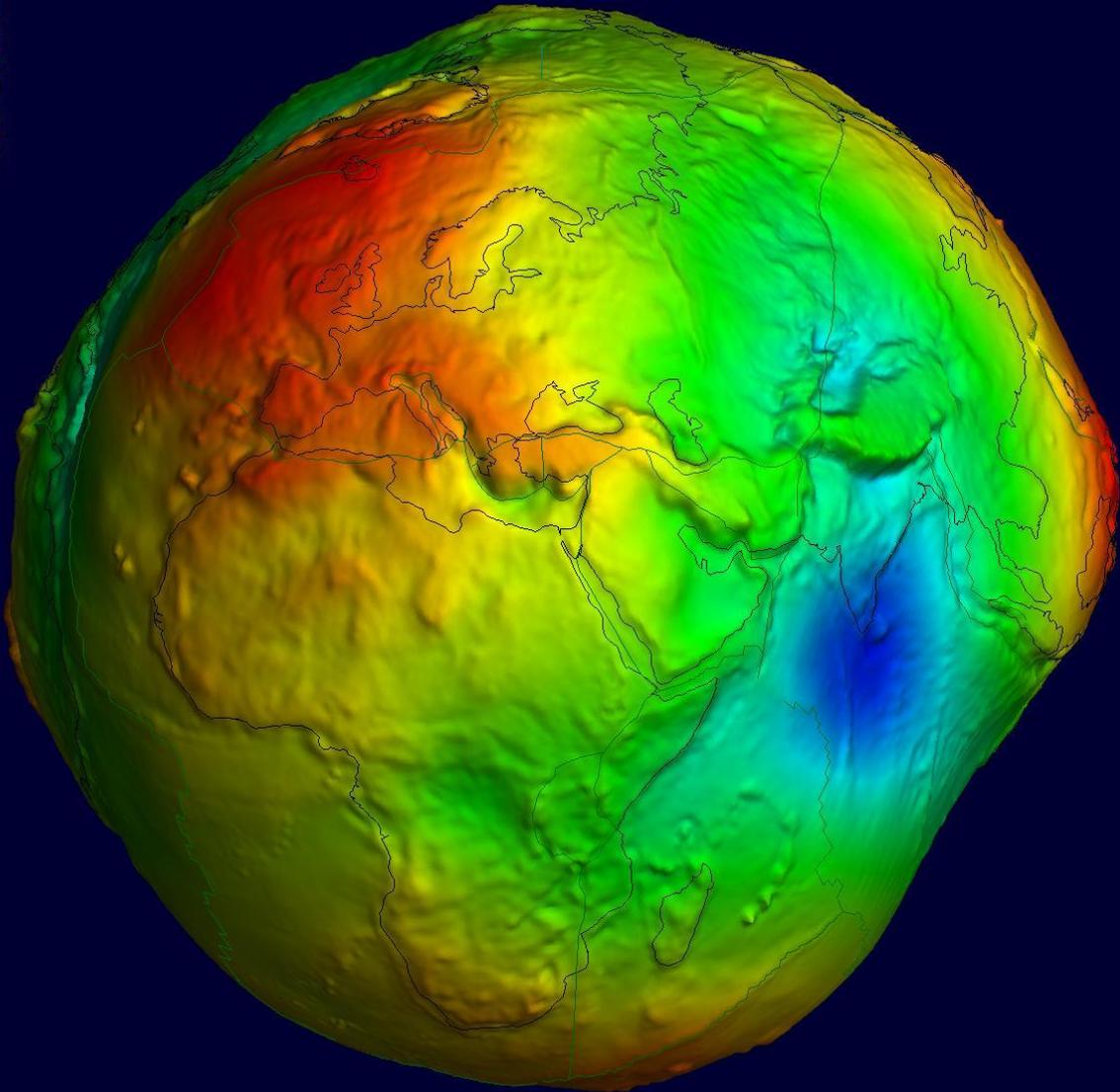
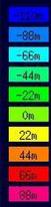


Geoid EIGEN-6C4 - Ellipsoid 1 = 2 - 720 grid = 0,5° 1 (120°,60°) light = (11°,23°,3,0)



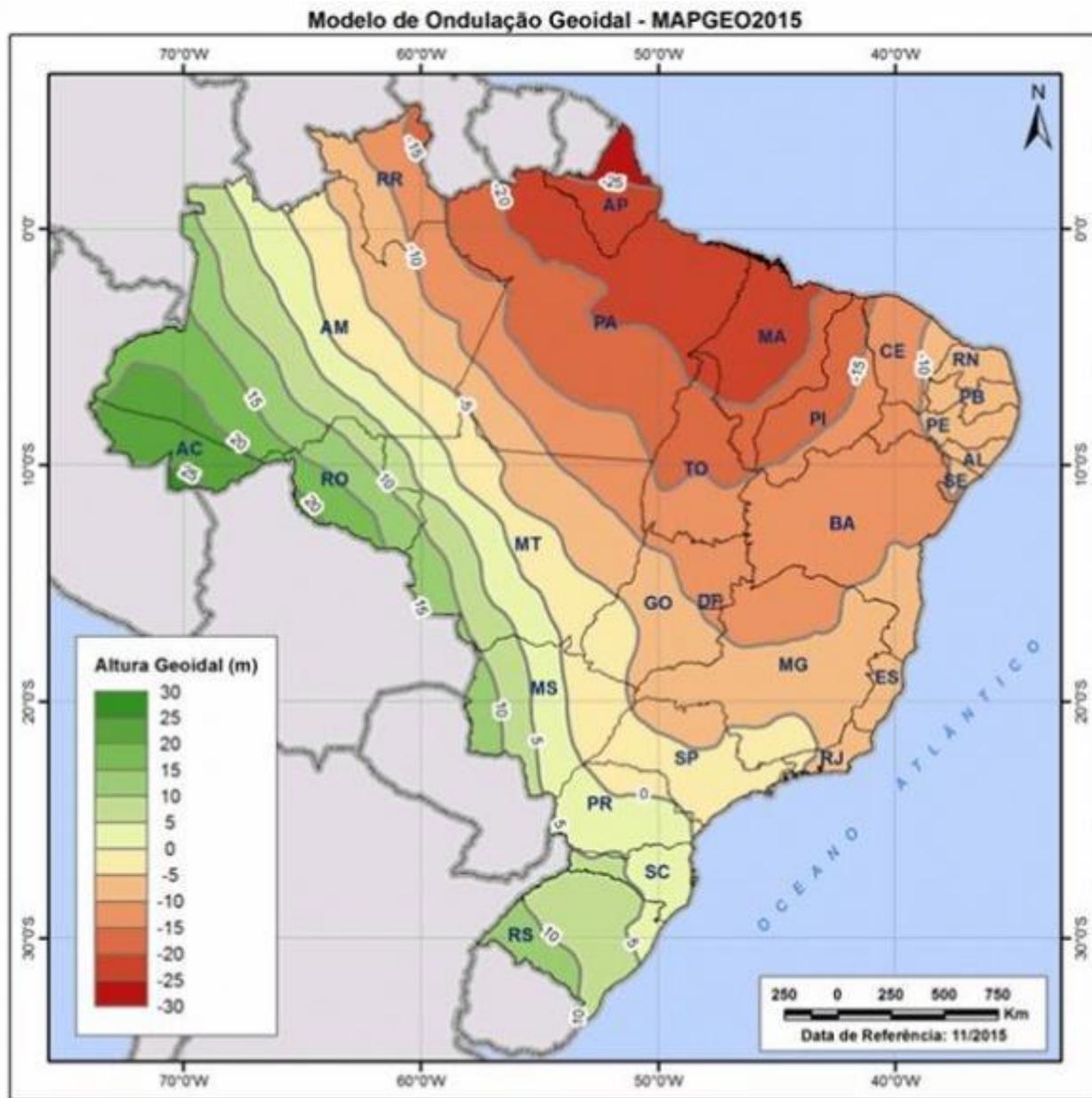
(C) igem@gfz-potsdam.de

Geoid EIGEN-6C4 - Ellipsoid 1 = 2 - 720 grid = 0,5° 10,000 (120°,60°) light = (11°,23°,3,0)



(C) igem@gfz-potsdam.de

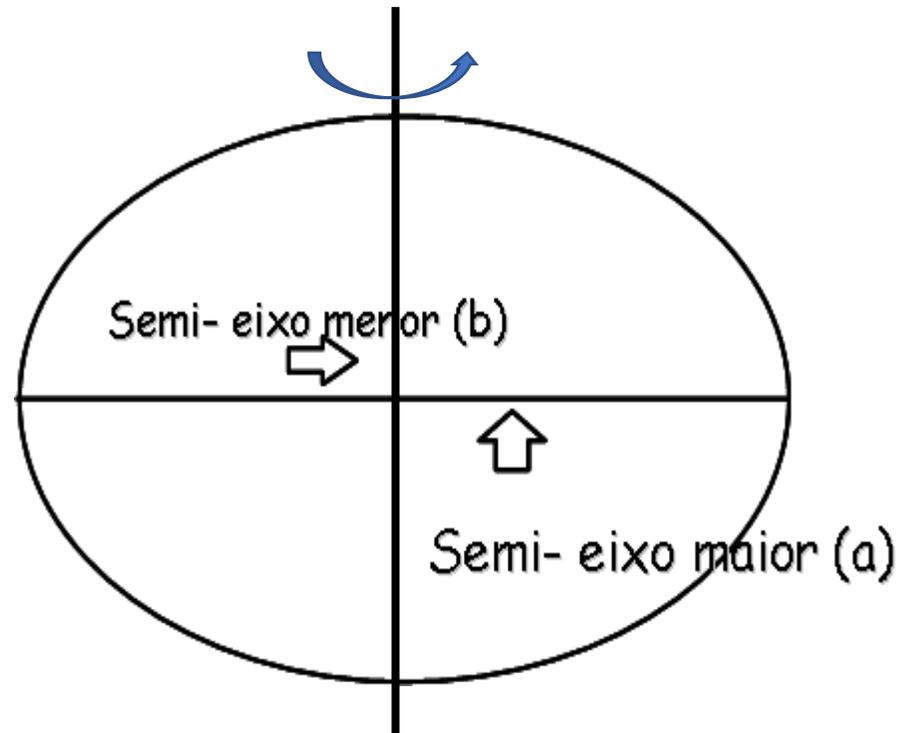
- altitude de um ponto?



Novo Modelo Geoidal Brasileiro

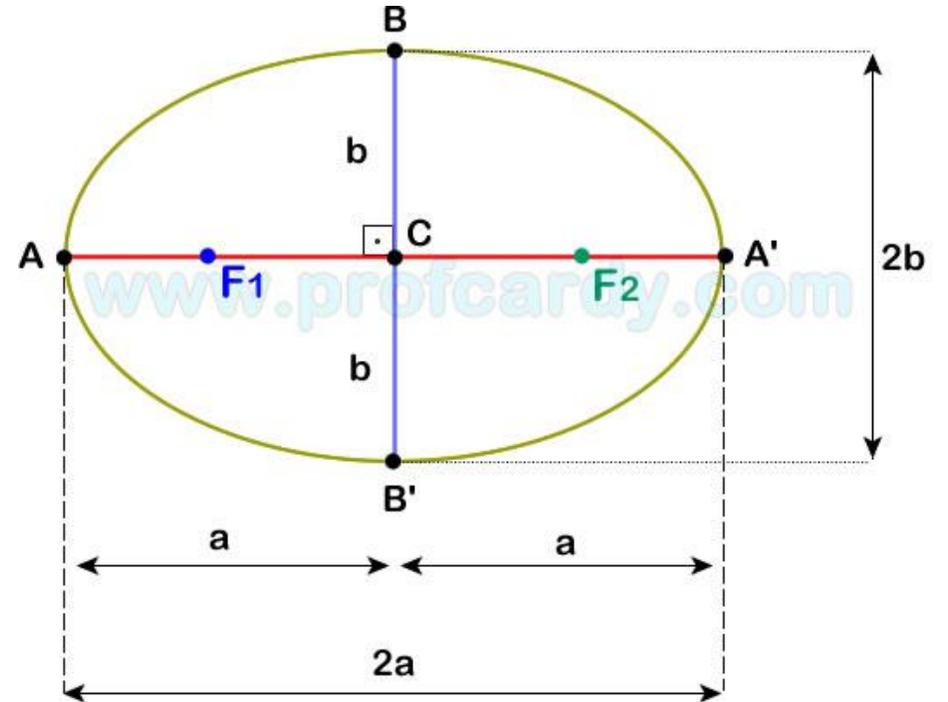
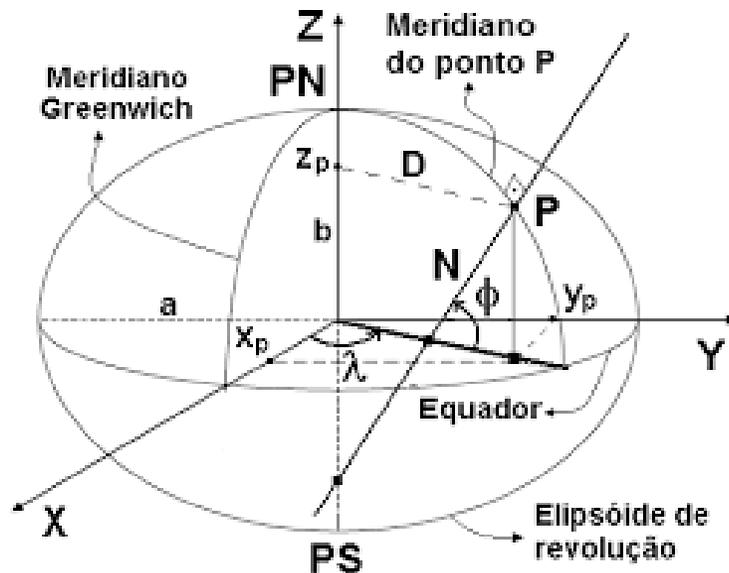
Opção da cartografia: elipsoide

- Elipsoide de revolução



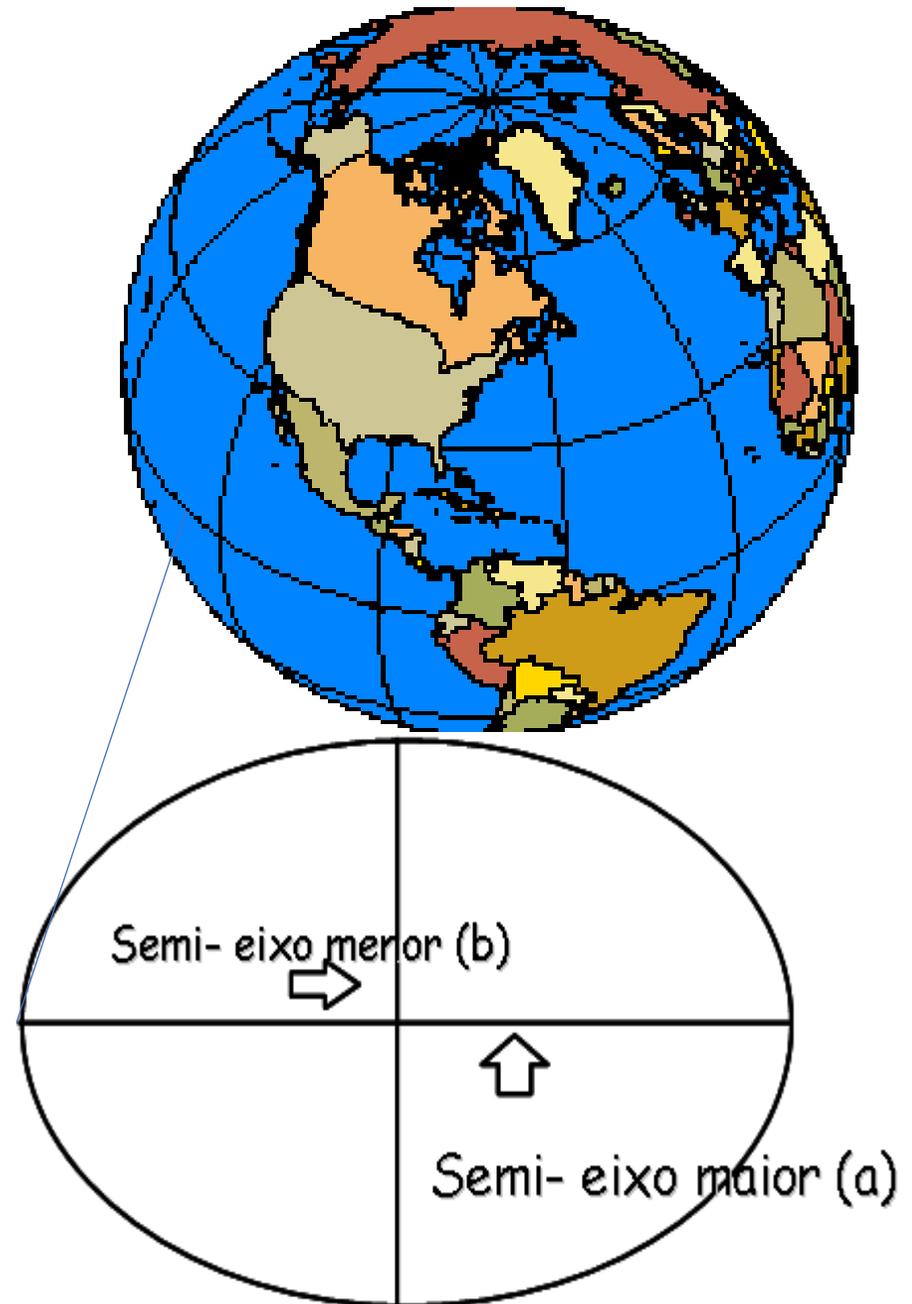
Modelo elipsoidal

- Achatamento e excentricidade
- Achatamento : $\mu = a-b/a$



Modelo elipsoidal

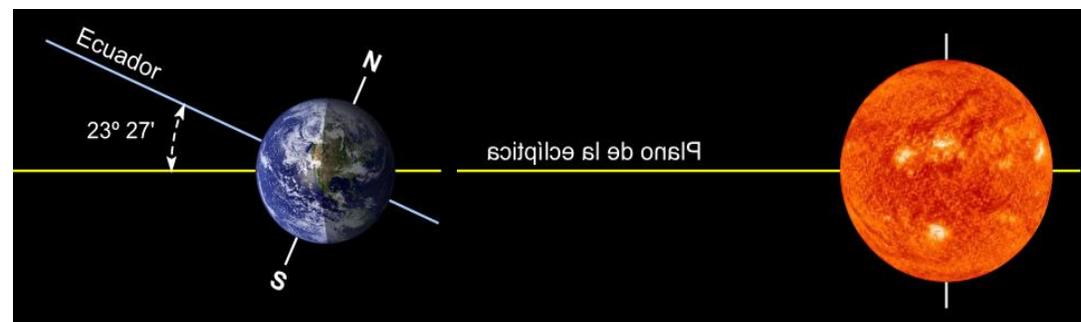
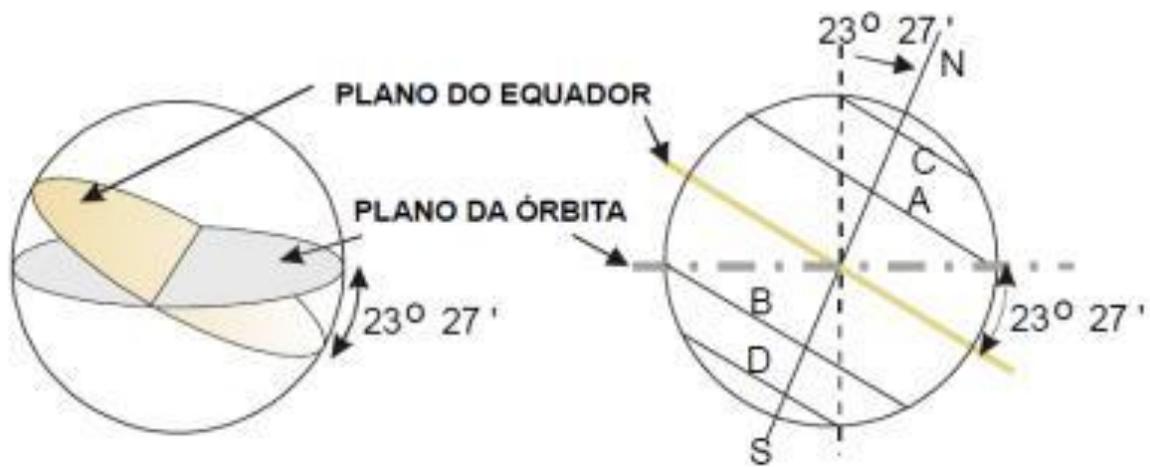
- Superfície sobre a qual são estabelecidas as coordenadas geodésicas
- Exemplos:
 - Hayford 1909/1924
 - WGS84
 - SIRGAS

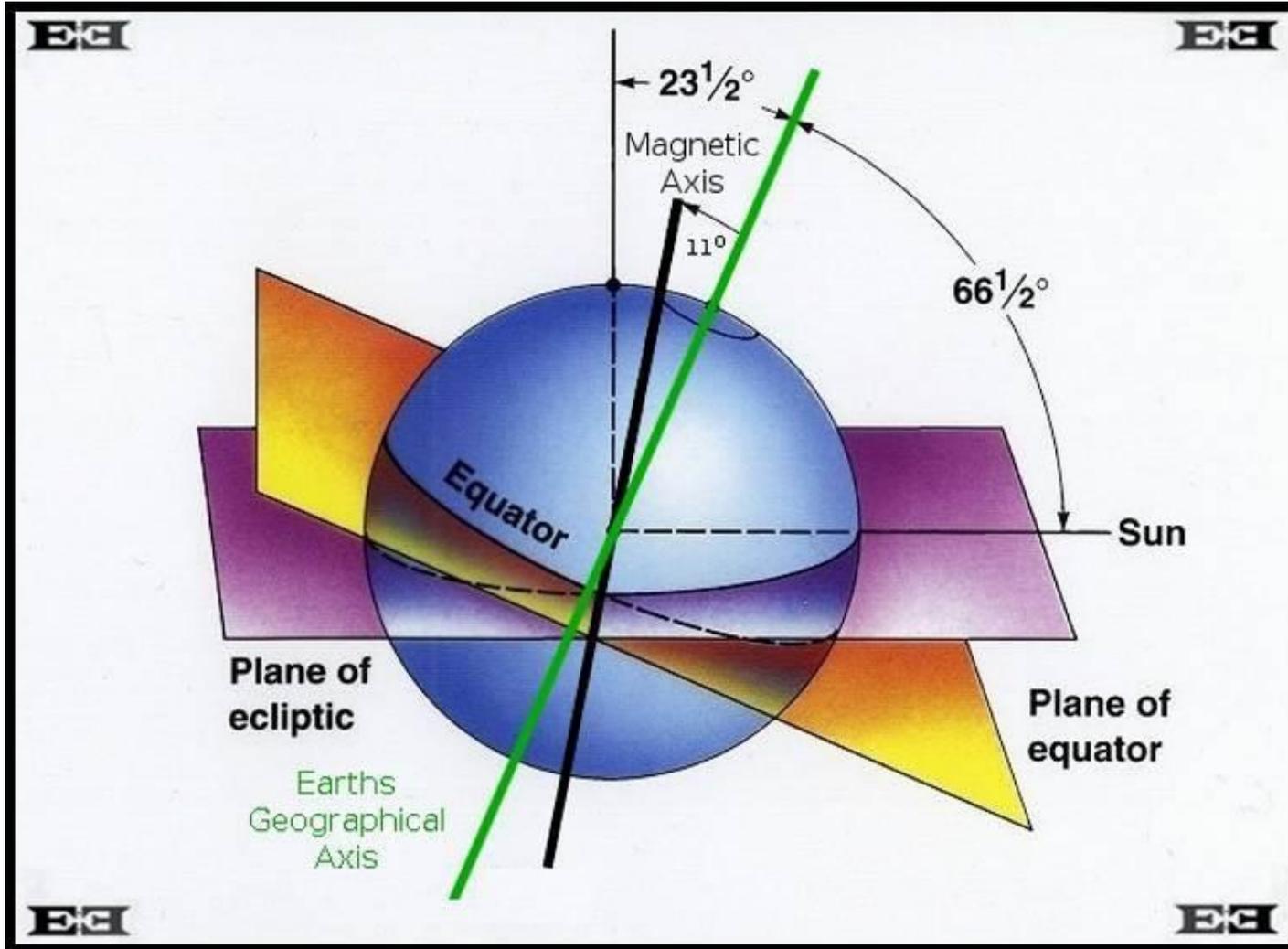


A partir da definição de um modelo e de um referencial de origem é possível definir coordenadas e posições

- XYZ ou $\varphi \lambda Z$

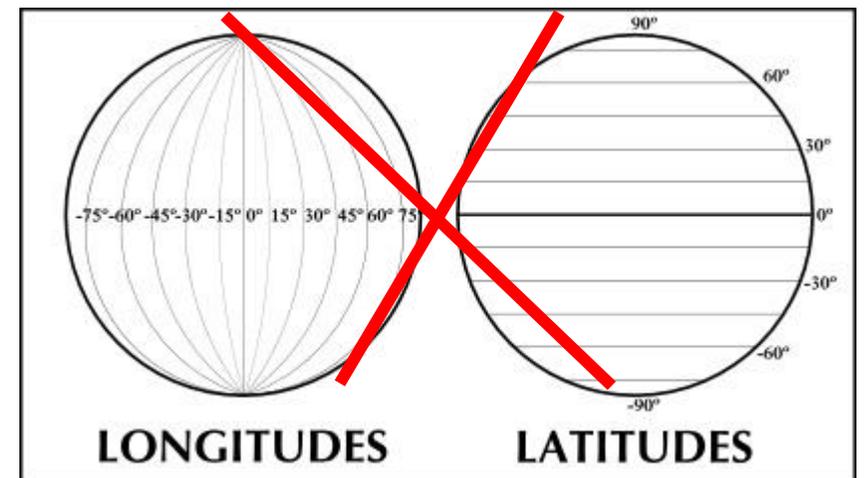
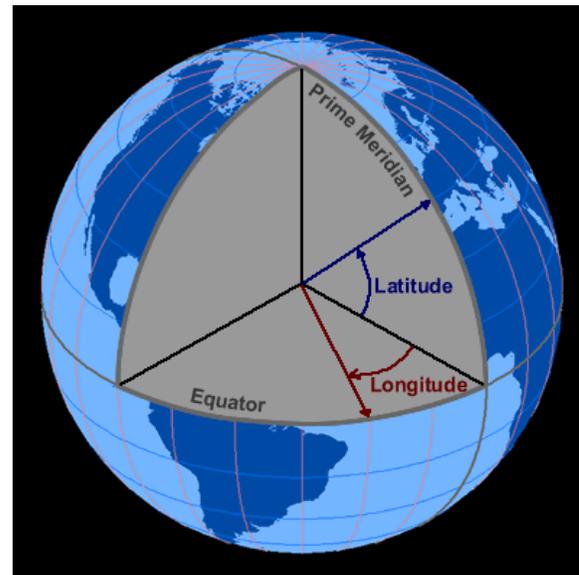
Sistema de Coordenadas (φ λ)

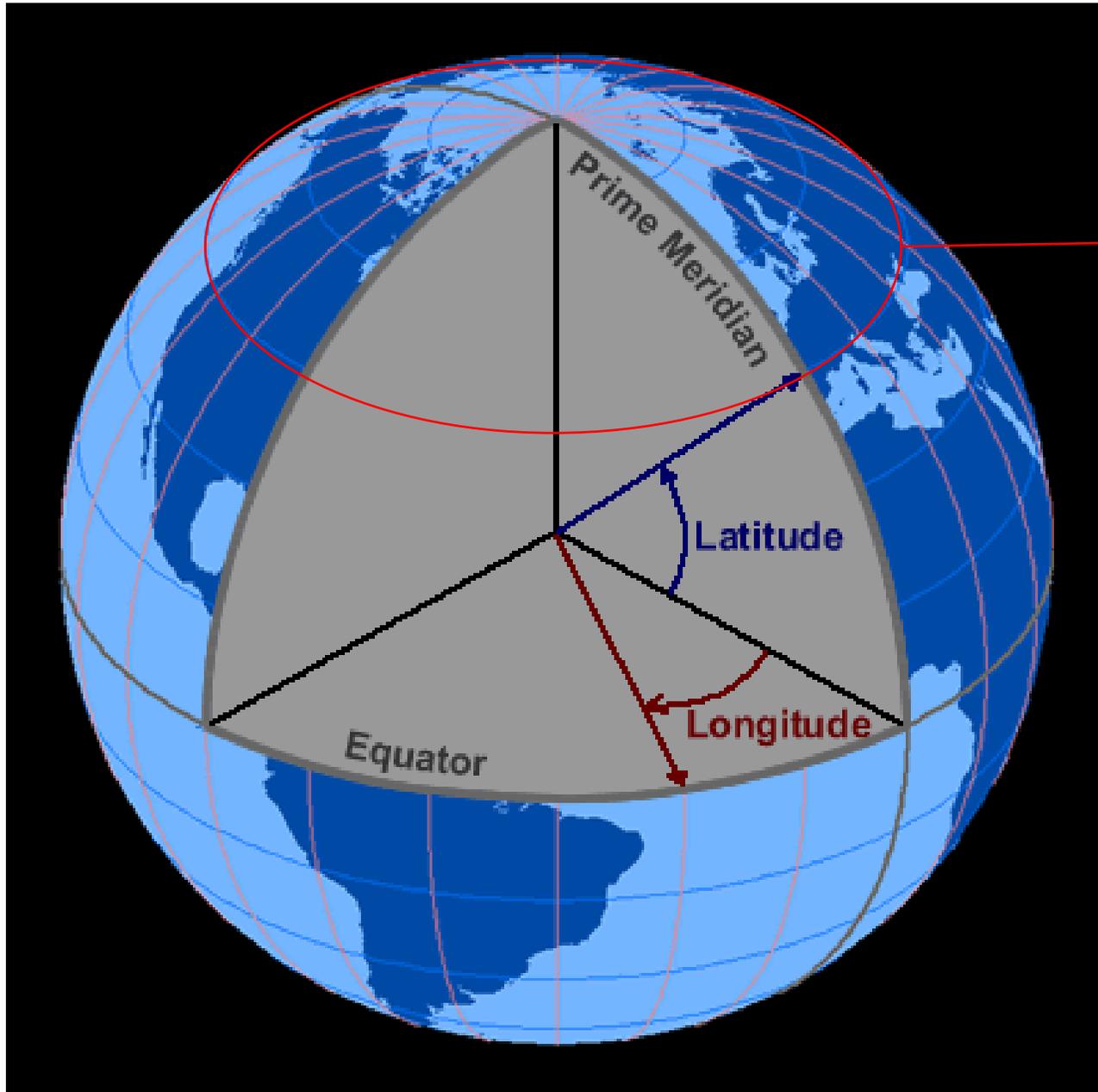




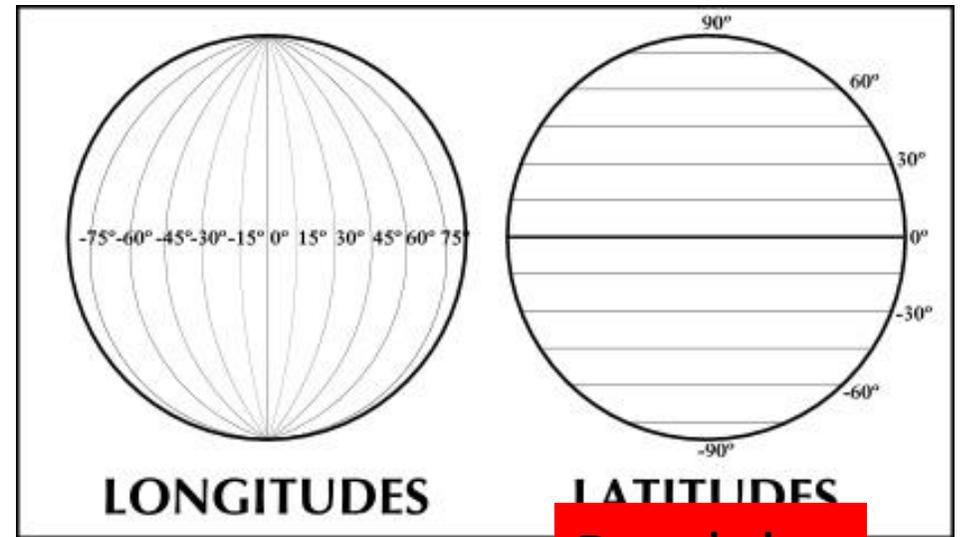
Latitude e longitude

- Latitude na esfera:
- Distância angular entre um ponto na superfície da “Terra” e o equador
- A **latitude** é medida para norte e para sul do equador, entre 90° sul, e 90° norte.





Paralelo



LONGITUDES

LATITUDES

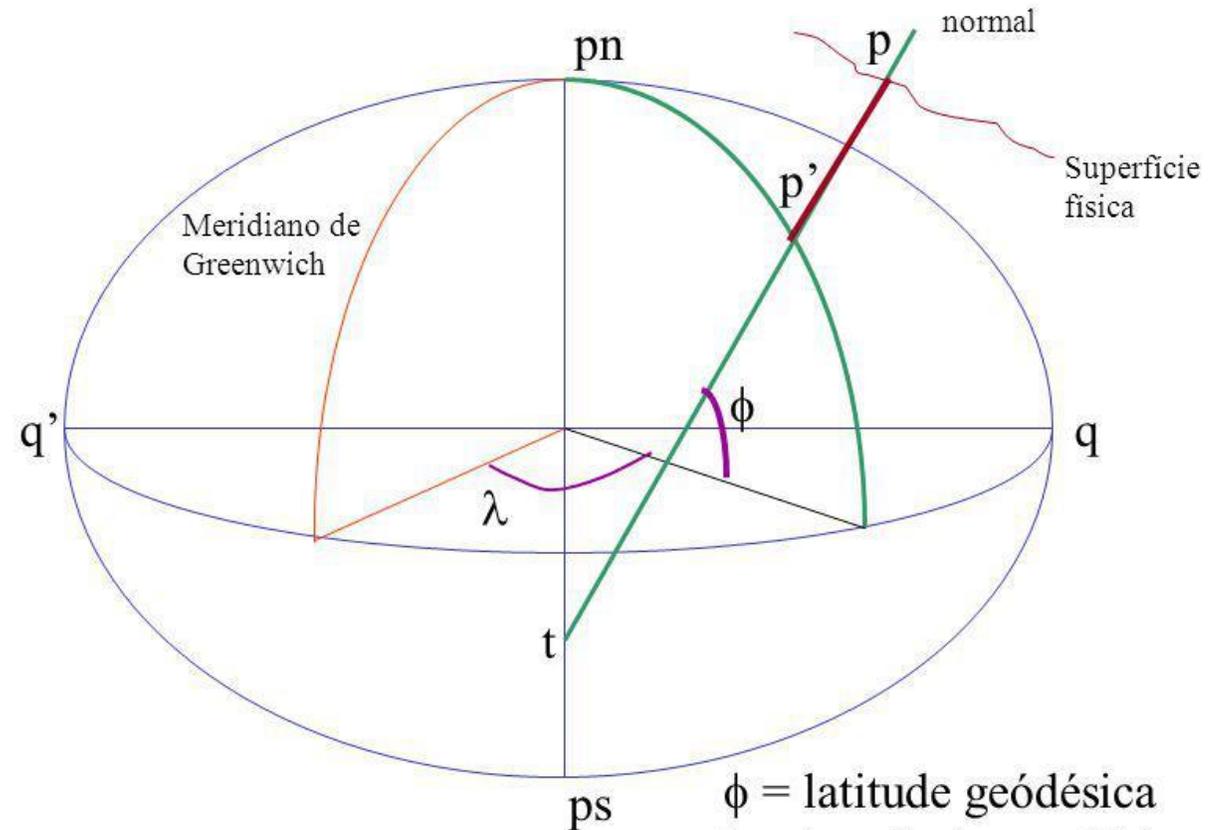
Paralelos

LATITUDE E LONGITUDE



SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS

- NOÇÕES BÁSICAS DE CARTOGRAFIA - IBGE
- P.30



ϕ = latitude geodésica
 λ = longitude geodésica
 pp' = altitude elipsoidal

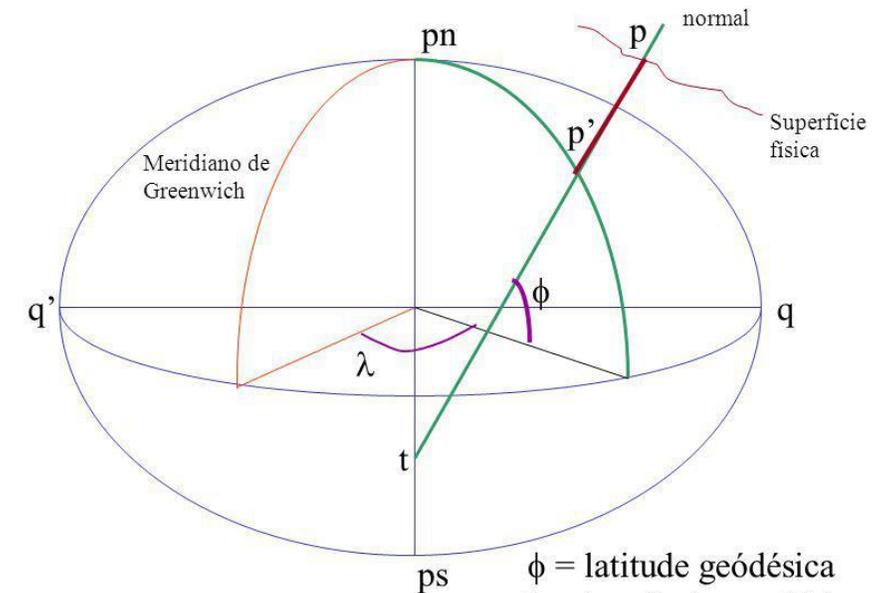
LATITUDE E LONGITUDE

- Chama-se latitude geodésica um lugar formado entre a normal ao elipsoide neste lugar e o plano do equador.



Prof. DR. Carlos Aurélio Nadal - Sistemas de Referência e Tempo em Geodésia – Aula 05

SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS



ϕ = latitude geodésica
 λ = longitude geodésica
pp' = altitude elipsoidal

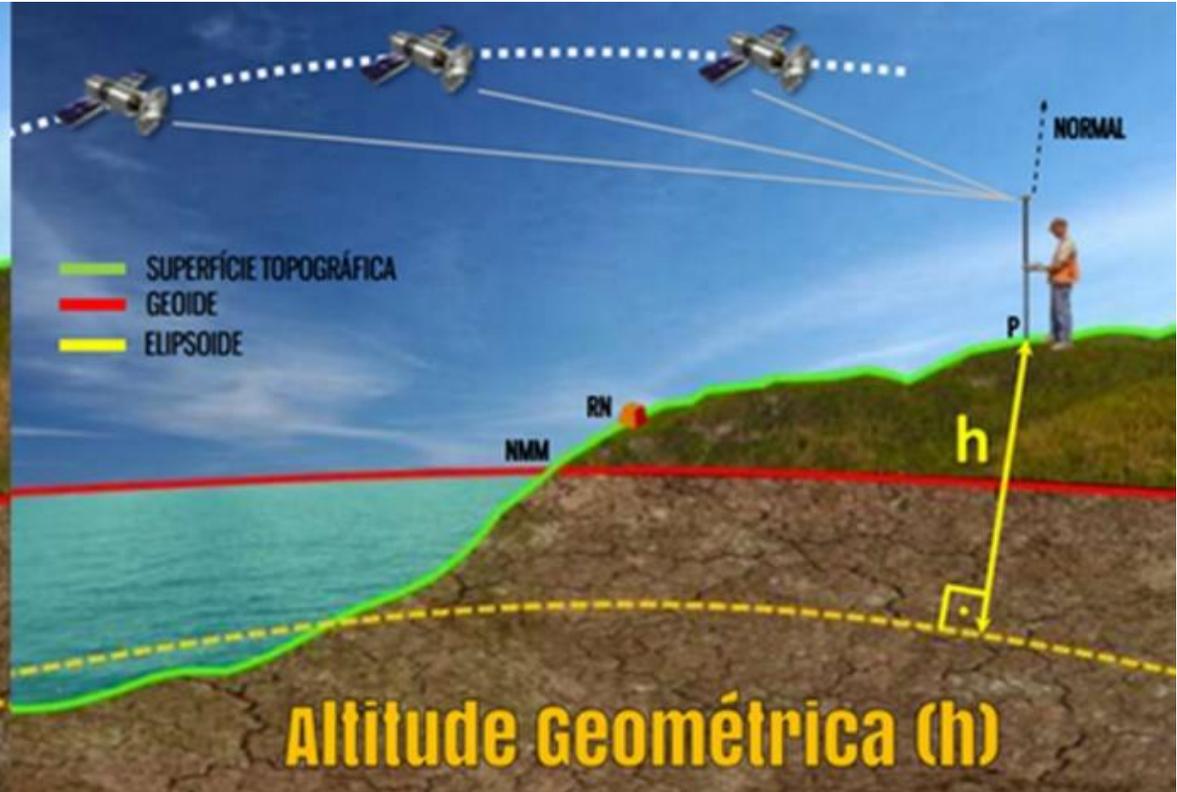
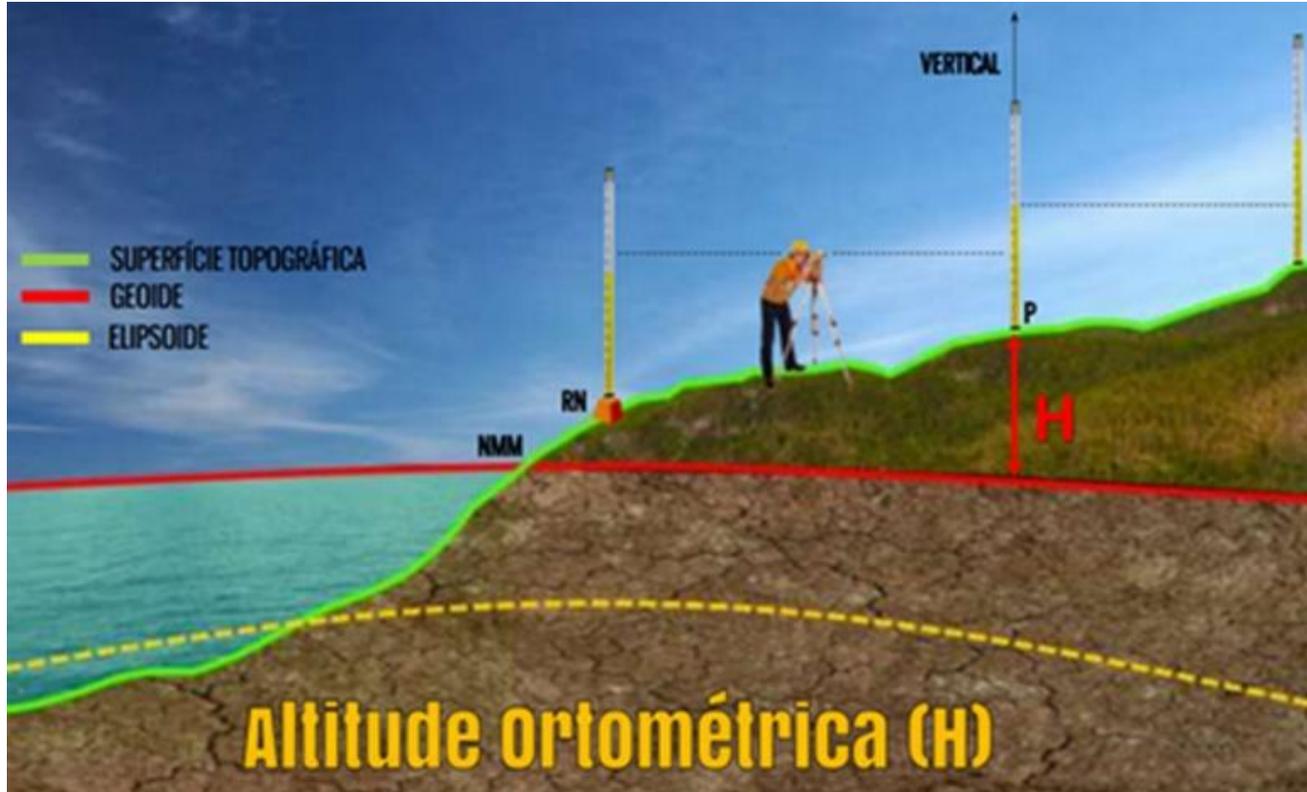
Latitude geocêntrica Ψ - ângulo entre o plano do equador e a linha que une o centro do elipsoide com a posição à superfície

Sistema de coordenadas: outros

- Planas
 - Retangular
 - Polar (mais utilizado em navegação e topografia)
- Latitude astronômica - Φ
 - Ângulo entre a vertical do local e o plano do equador.

Altitude

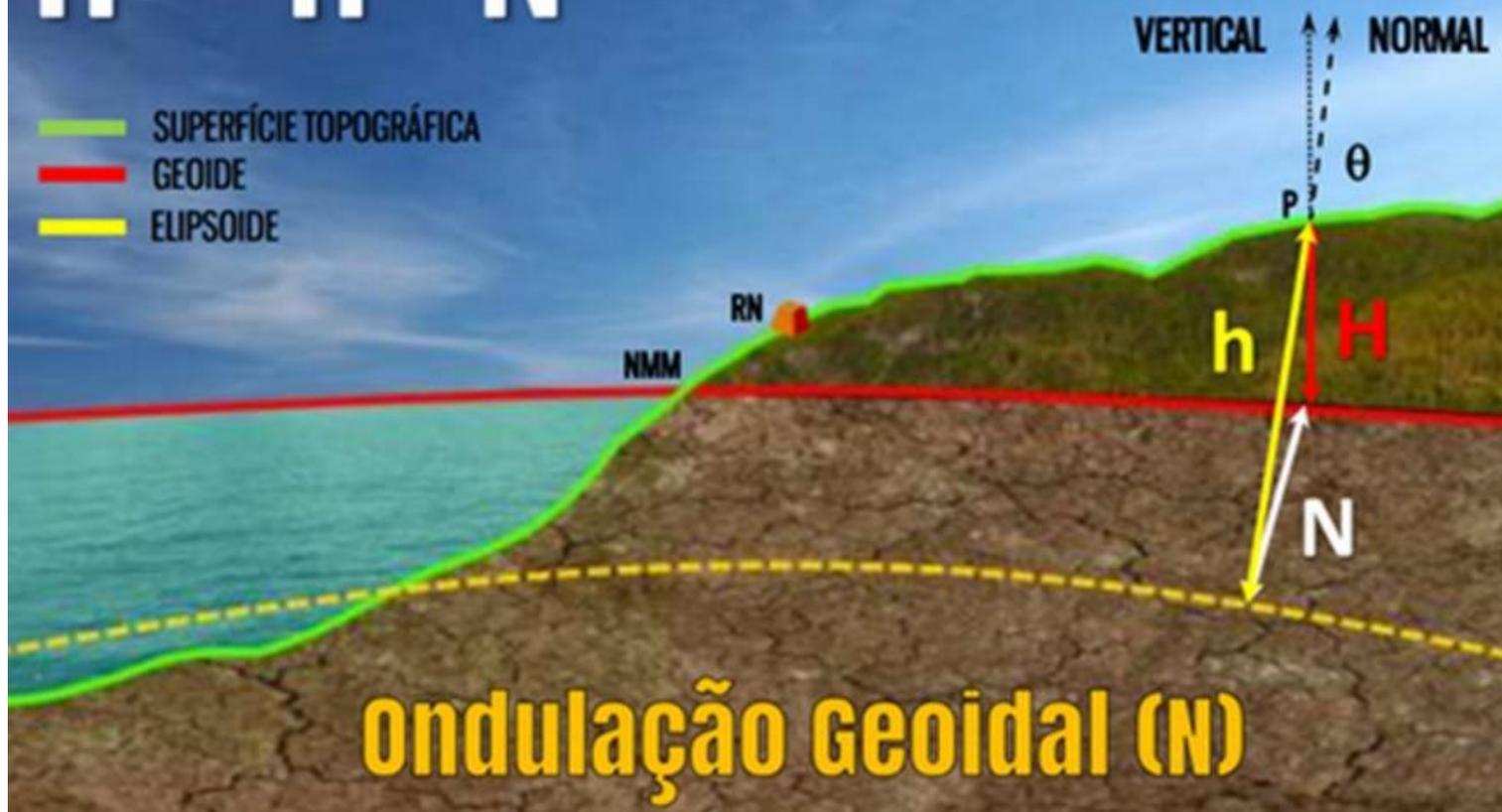
- A altitude de um ponto pode ser de dois tipos: *ortométrica* (H), quando é definida pela distância vertical deste ponto ao Nível Médio do Mar (NMM); e *geométrica* (h), quando é definida pela distância vertical deste ponto ao elipsoide tomado como referência para o mapeamento.



- Nas cartas do mapeamento topográfico brasileiro o relevo é representado a partir das altitudes ortométricas (determinadas em relação ao *Datum Vertical* Imbituba, Santana, Torres, ou outro, dependendo da data de sua elaboração e da região mapeada).
- Porém, levantamentos empregando Sistemas de Posicionamento por Satélites (GPS, GLONASS, BEIDU...) utilizam a superfície do elipsoide.
- Portanto, existe uma diferença entre as altitudes mencionadas ($h - H$) obtidas para um mesmo ponto da superfície terrestre. A esta diferença, denomina-se **altura** ou **ondulação geoidal** (N).

$$H = h - N$$

- SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA
- GEOIDE
- ELIPSOIDE



Formas de posicionar o elipsoide em relação a “Terra”

Datum plural *Data*

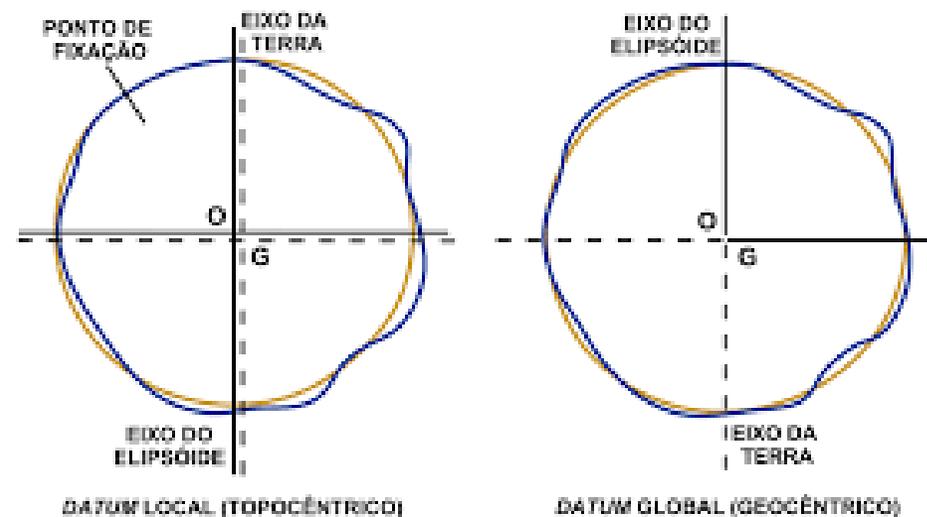
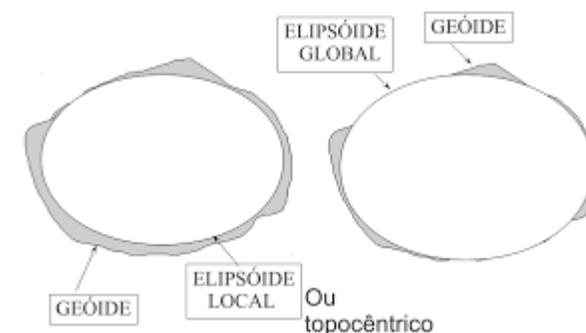
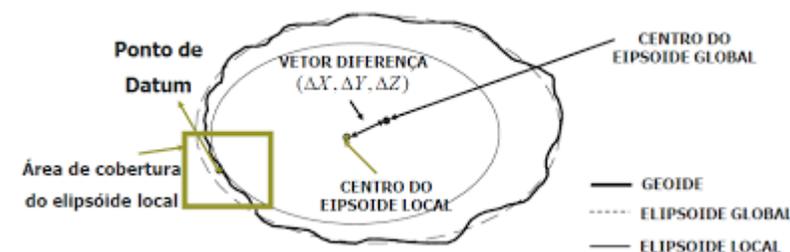
- “Conjunto de parâmetros que constituem a referência de um determinado sistema de coordenadas.... definido através das medidas do semieixo maior e do menor, e sua posição relativa ao globo terrestre.”
- GASPAR (2000)
- Parâmetros: latitude, longitude, altitude, ponto de fixação, azimute de referência
- Podem ser horizontais e verticais - globais e locais

Datum Horizontais

- Locais
- Globais

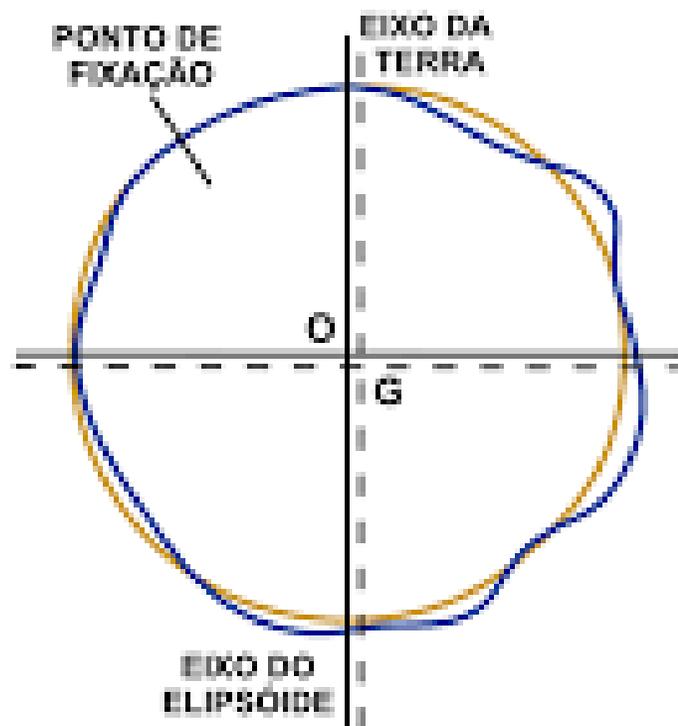
Datum local ou topocêntrico

- Parâmetros locais de fixação
- Exemplos mais importantes para cartografia no Brasil
 - SAD69
 - Córrego Alegre
 - ...

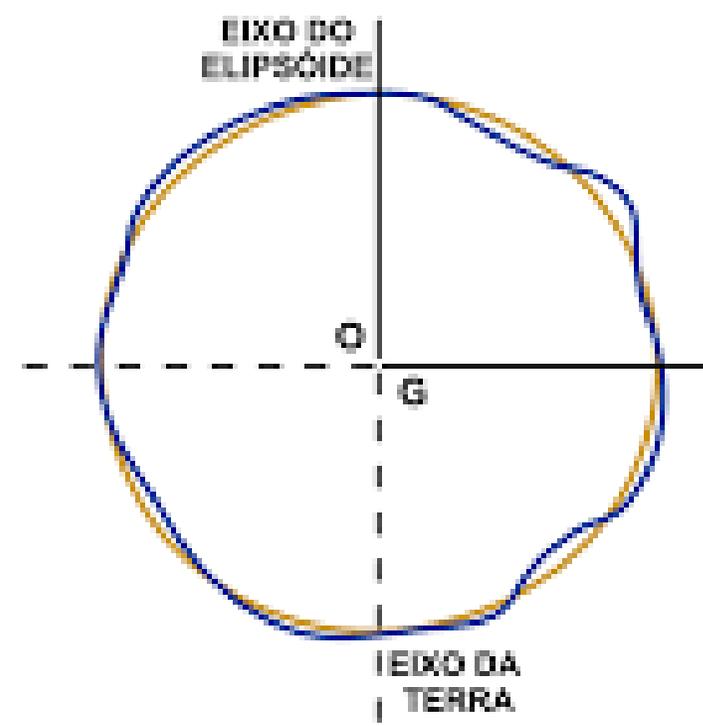


Datum global ou geocêntrico

- Parâmetro de fixação global
- Exemplos:
 - WGS84
 - SIRGAS2000



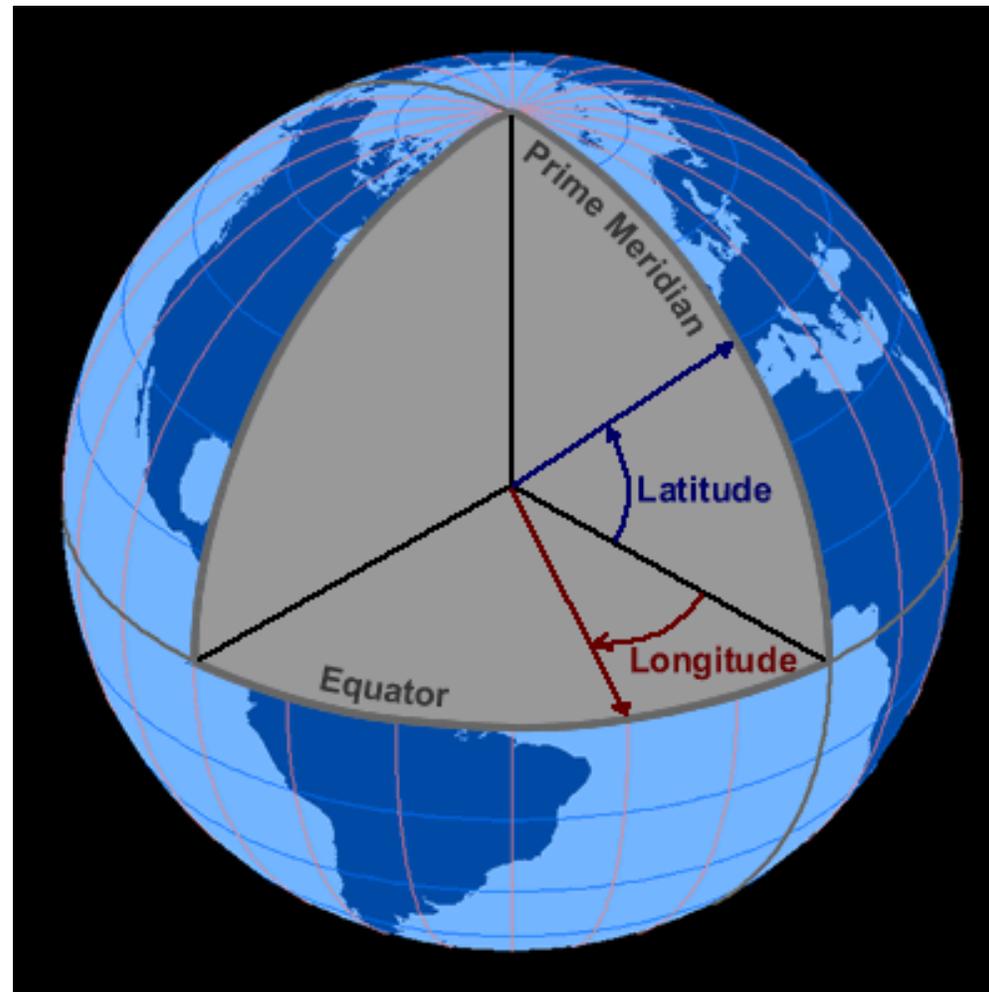
DATUM LOCAL (TOPOCÊNTRICO)



DATUM GLOBAL (GEOCÊNTRICO)

Na superfície de referência é implementado o sistema de coordenadas

- XYZ ou $\varphi \lambda Z$



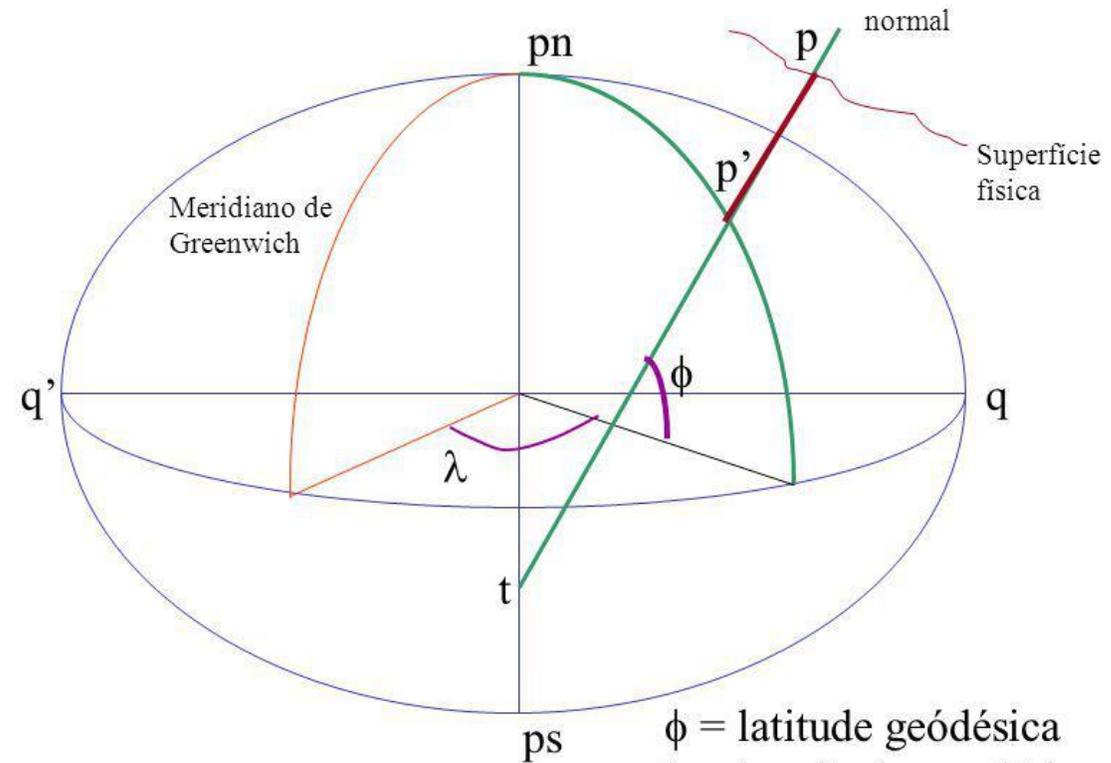
LATITUDE E LONGITUDE

Latitude/longitude geodésica



Prof. DR. Carlos Aurélio Nadal - Sistemas de Referência e Tempo em Geodésia – Aula 05

SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS



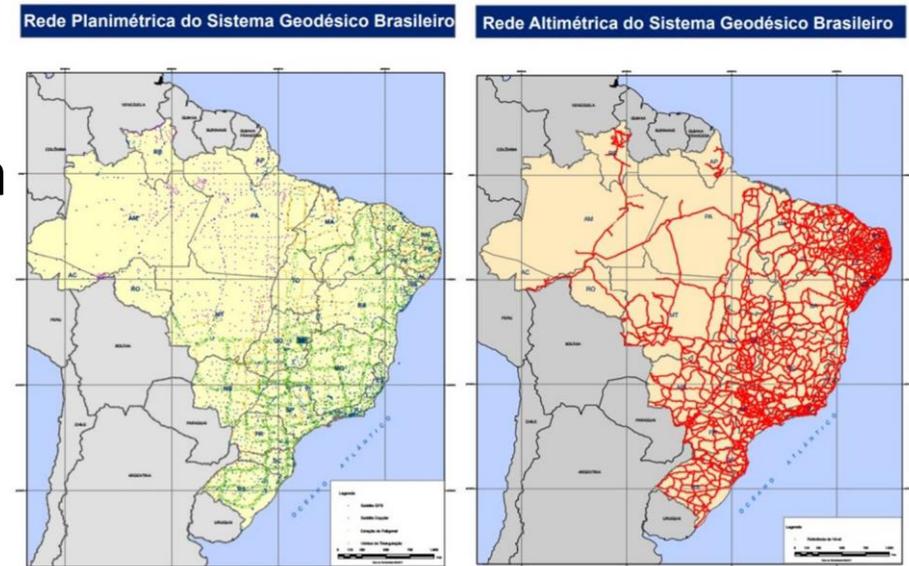
ϕ = latitude geodésica
 λ = longitude geodésica
 pp' = altitude elipsoidal

SGB – Sistema Geodésico Brasileiro

- Trabalhos de mapeamento em território brasileiro devem adotar um **referencial único** para a **determinação de coordenadas e altitudes**, denominado Sistema Geodésico Brasileiro – SGB.
- Os elementos do SGB são:
 - o ***modelo de referência*** (ex.: **elipsoide** com raio equatorial **a** e achatamento **f**) que é empregado como modelo representativo da Terra cuja superfície será projetada no plano por meio de uma projeção cartográfica;
 - a ***projeção cartográfica*** (ex.: Projeção UTM) à qual está associada uma superfície de projeção (ex.: cilindro transversal);
 - o ***Datum horizontal***, a partir do qual se estabelece a origem para o sistema de coordenadas geodésicas (latitude e longitude) (ex.: Chuá); o ***Datum vertical***, a partir do qual se estabelece a origem das altitudes (continentais) e profundidades (mares e oceanos) (ex.: Marégrafo de Imbituba); e
 - o ***Sistema de Coordenadas Planas***, associado aos demais elementos e definido a partir do tipo de representação e escala desta (ex.: UTM).

SGB – Sistema Geodésico Brasileiro

- SGB é definido a partir do conjunto de pontos geodésicos implantados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país - pontos estes que são determinados por procedimentos operacionais e coordenadas calculadas, segundo modelos geodésicos de precisão compatível com as finalidades a que se destinam.
- O **referencial altimétrico** coincide com a superfície equipotencial que contém o nível médio do mar, definido pelas observações maregráficas tomadas na baía de **IMBITUBA**, no litoral do Estado de Santa Catarina.



Mudança do referencial geodésico Brasil

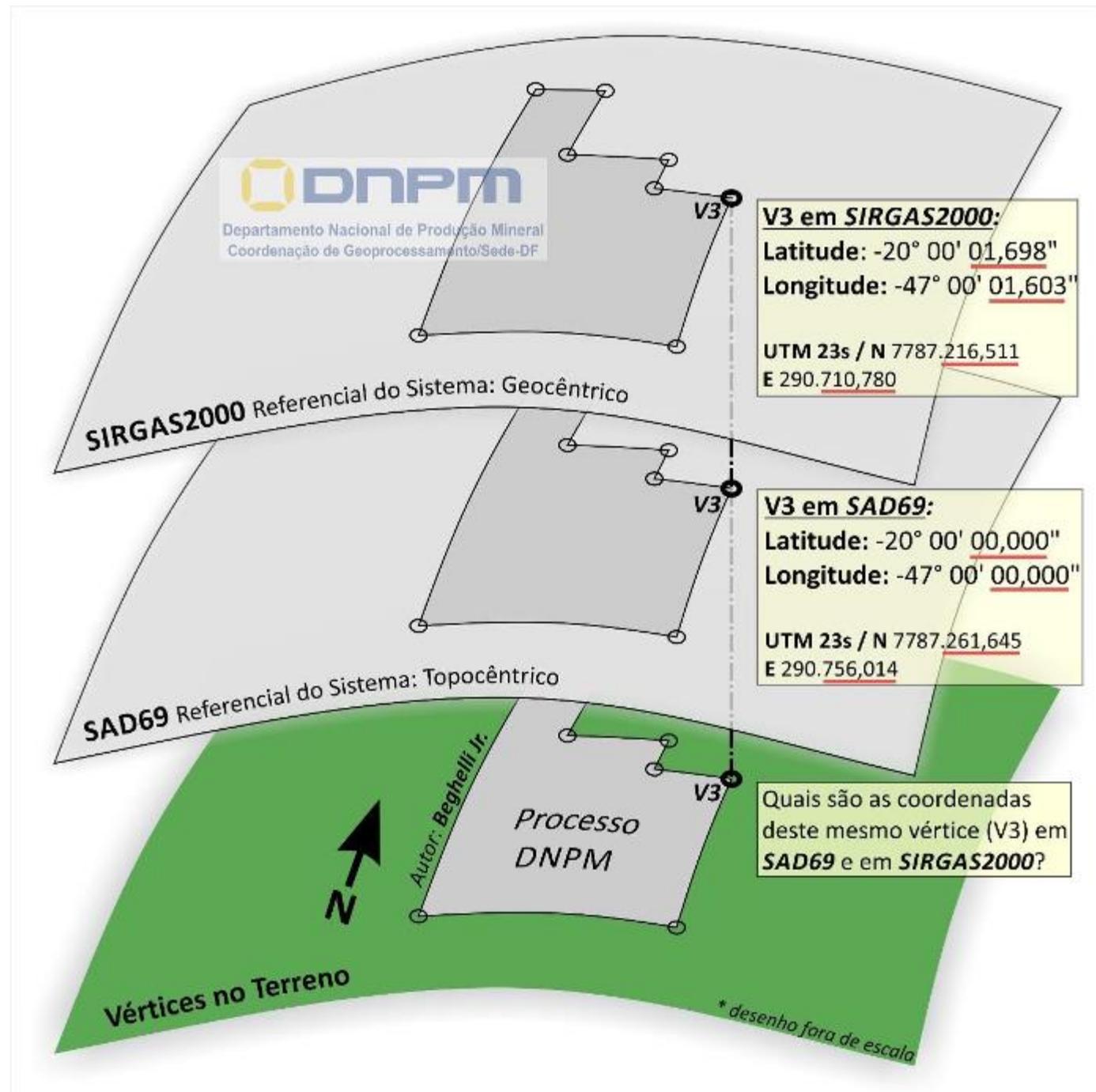
- O Projeto Mudança do Referencial Geodésico - PMRG – teve como objetivo promover a adoção no País, de um novo sistema geodésico de referência, **unificado, moderno e de concepção geocêntrica**, de modo a compatibiliza-lo às mais modernas tecnologias de posicionamento. IBGE
- SAD69 para SIRGAS2000

IBGE - SIRGAS2000

- • Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional - ITRS (*International Terrestrial Reference System*)
- • Figura geométrica para a Terra: Elipsoide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (*Geodetic Reference System 1980 – GRS80*)
- Semi-eixo maior $a = 6.378.137$ m Achatamento $f = 1/298,257222101$ • Origem: Centro de massa da Terra
- • Orientação:
 - Pólos e meridiano de referência consistentes em $\pm 0,005''$ com as direções definidas pelo *BIH* (*Bureau International de l'Heure*), em 1984,0.
- • Estações de Referência:
 - As 21 estações da rede continental SIRGAS2000, estabelecidas no Brasil e identificadas nas Tabelas 1 e 2, constituem a estrutura de referência a partir da qual o sistema SIRGAS2000 é materializado em território nacional. Está incluída nestas tabelas a estação SMAR, pertencente à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), cujas coordenadas foram determinadas pelo IBGE posteriormente à campanha GPS SIRGAS2000.
- • Época de Referência das coordenadas: 2000,4

Consequência

- Os pontos e derivados terão seus valores alterados



A Terra e seus modelos

- Item 2
- Elementos de Geodésia (Forma da Terra; Representações cartográficas; Superfícies de referência; Superfícies de projeção; Transformações entre sistemas geodésicos)
- Projeções

Projeções

- <https://www.youtube.com/watch?v=kIID5FDi2JQ&t=2s>
- Da esfera/elipsoide para o mapa (plano)

Forma de representar a Terra

“A melhor forma de representar a Terra depende, de algum modo, da extensão da área que se pretende representar.”

“O cálculo de distâncias e direções na navegação marítima e aérea é realizado sobre um modelo esférico; o cálculo de distâncias, direções e áreas em trabalhos de topografia é realizado, em regra, sobre um modelo plano.”

GASPAR (2000)

Superfícies

- Superfícies de referência
 - “superfície teórica destinada a servir de modelo à superfície da Terra” (GASPAR, 2000)
- Podem ser:
 - Superfície de referência geodésica
 - Superfície de referência cartográfica

Superfície de referência Geodésica

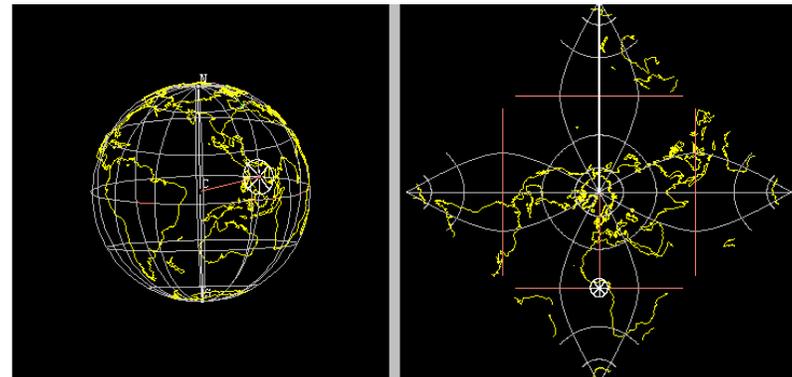
- “É um modelo com forma e dimensões tão próximas quanto possível das da Terra, destinado a estabelecer com grande exatidão, as posições relativas entre os vários lugares. **É sobre as superfícies de referência geodésicas**, que são sempre elipsoides de revolução, que se definem as coordenadas geográficas (geodésicas no Brasil) dos lugares, a latitude e a longitude.” (GASPAR, 2000)

Superfície de referência Cartográfica

- “É um modelo da superfície da Terra, com base na qual se realizam os cálculos destinados a construir as projeções cartográficas... Podem ser utilizados para este propósito o plano, a esfera e o elipsoide de revolução.” (GASPAR, 2000)

Conceito de Projeção Cartográfica

- “Correspondência matemática entre as coordenadas plano-retangulares da carta e as coordenadas esféricas da Terra.” (Libault, 1975)
- “Funções de aplicação do elipsóide no plano” (Matos, 2001)
- “Transformação que faz corresponder, biunivocamente a cada ponto P numa superfície de referência um ponto P' no plano.” (Gaspar, 2000)



Conceito de Projeção Cartográfica

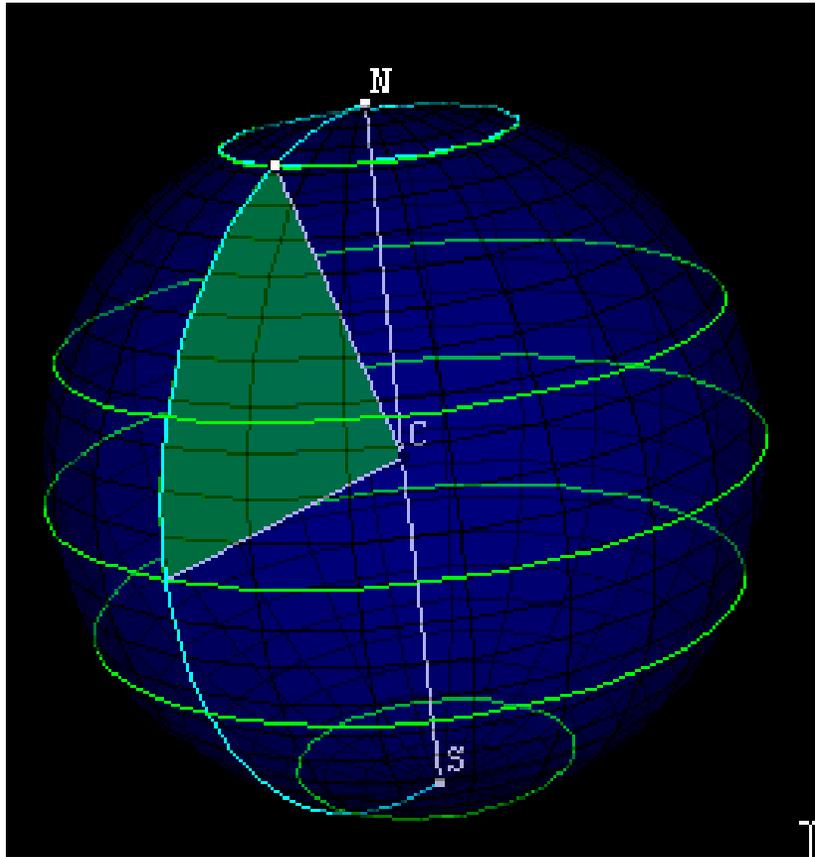
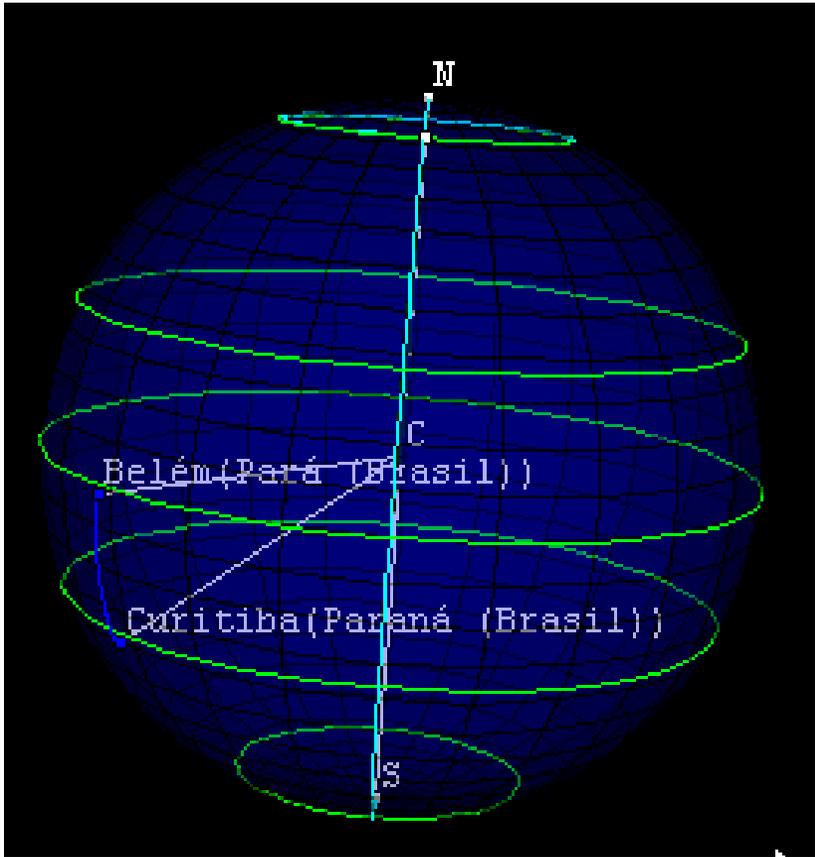
“Transformação que aplicada a um par de coordenadas geográficas φ e λ , definidas sobre a superfície de referência, produz um par de coordenadas retangulares x e y , ou um par de coordenadas polares ρ e ϑ , definidas sobre o plano. Esta transformação é expressa, genericamente, pelas relações:

$$\begin{array}{ll} x = x(\varphi, \lambda) & \rho = \rho(\varphi, \lambda) \\ & \text{ou} \\ y = y(\varphi, \lambda) & \vartheta = \vartheta(\varphi, \lambda) \end{array}$$

(Gaspar, 2000)

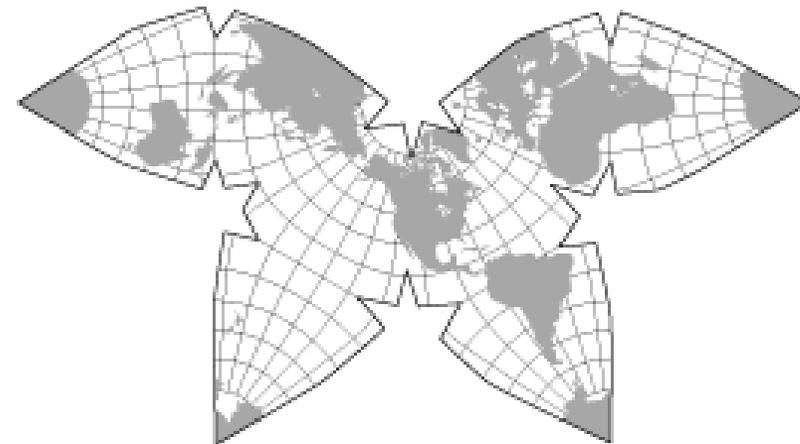
Fundamentos das Projeções

- Uma projeção cartográfica considera duas operações independentes: a redução da superfície de referência cartográfica a dimensões apropriadas, através do fator de redução constante, designado por escala natural ou principal da projeção e, a planificação deste modelo reduzido através do processo geométrico ou das fórmulas de transformação.
- Características desejáveis da representação da Terra
 - considerando que, no plano a menor distância entre dois pontos é uma reta e na esfera é um arco, a transcrição de arcos da superfície esférica deveria resultar sempre em linhas retas.
 - distâncias medidas na superfície da Terra esférica deveriam ser equivalentes às suas representações no mapa.
 - ângulos formados entre segmentos de arcos e meridianos deveriam ser conservados.



Fundamentos das Projeções

- Resultado: Projeção inexistente – uma vez que a superfície esférica não é planificável - toda projeção cartográfica envolve deformações. (Libault - 1975, Oliveira – 1983, Gaspar – 2000, Matos 2001 e Silva 2004).



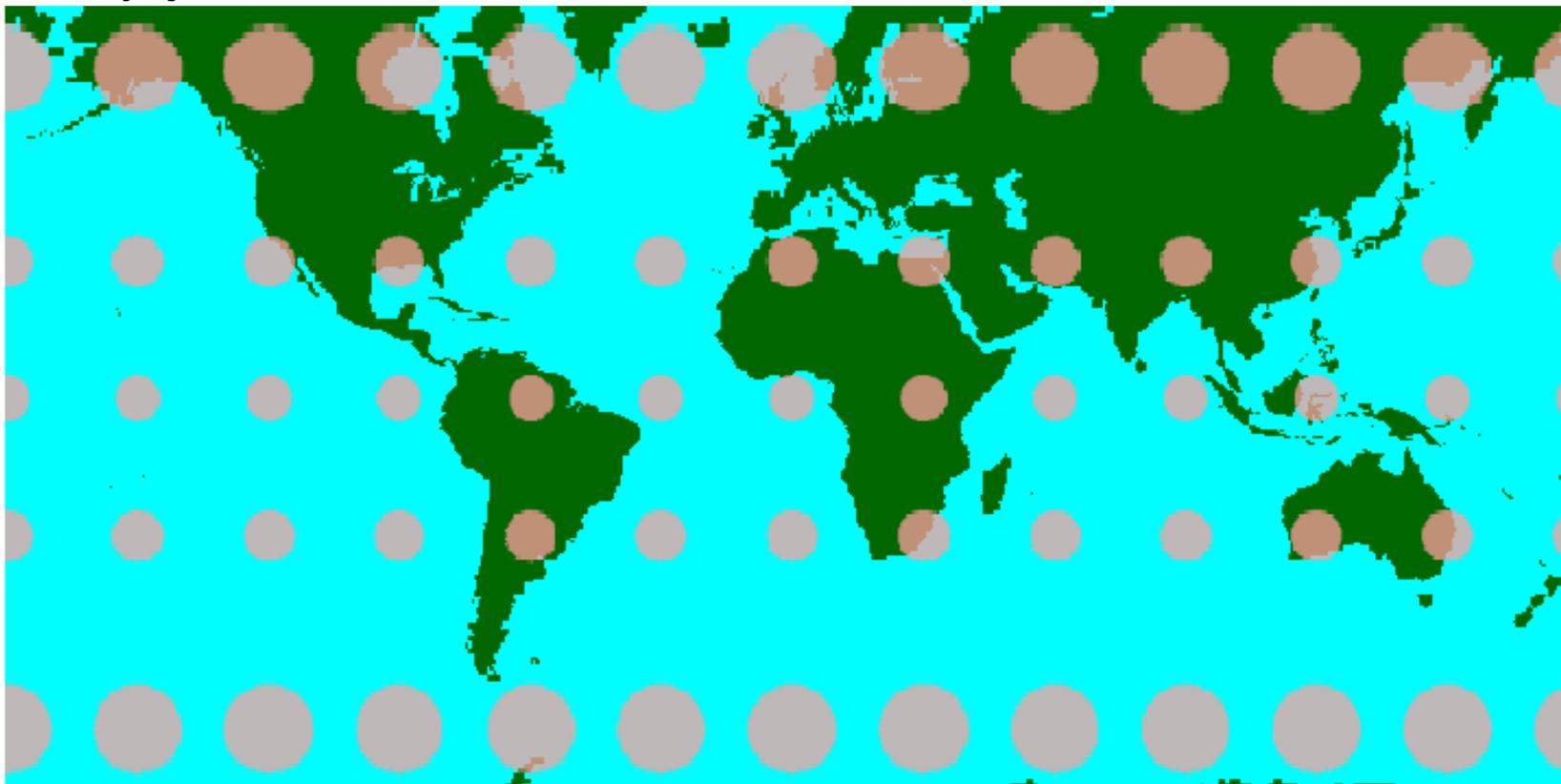
Princípio da deformação

Teoria das deformações das Projeções Cartográficas - Indicatriz de Tissot

- Segundo Libault (1975), a existência das deformações provocadas pela anamorfose do espaço esférico para o plano foram detalhados pela primeira vez pelo Francês Auguste Tissot, examinando as variações de um pequeno círculo inscrito na superfície esférica e transformado pelas fórmulas das projeções. Desta forma, Tissot concluiu que qualquer que seja a transformação, a figura resultante será uma elipse de eixos desiguais.

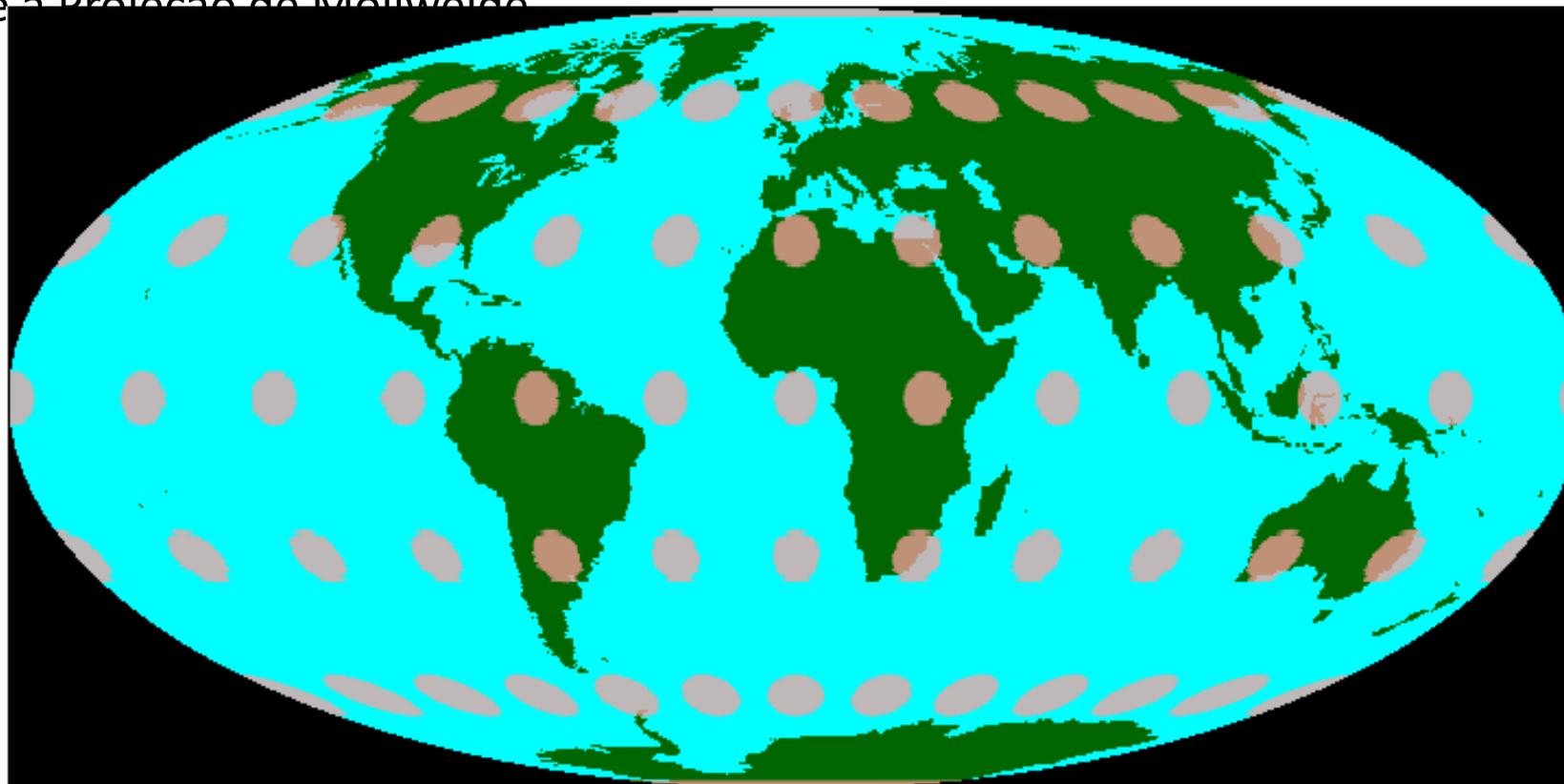
Princípio da deformação

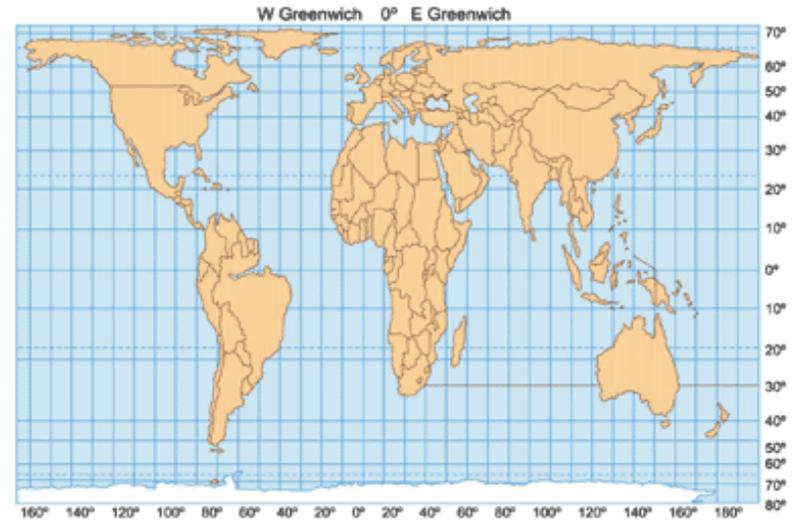
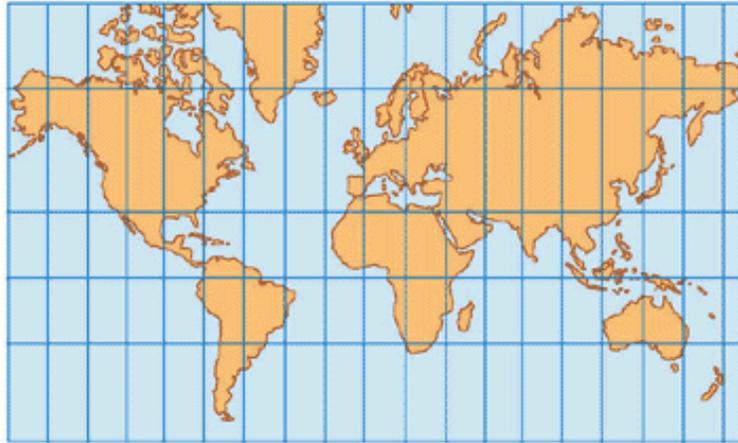
Efeito sobre a Projeção de Mercator



Princípio da deformação

Efeito sobre a Projeção de Mollwoide





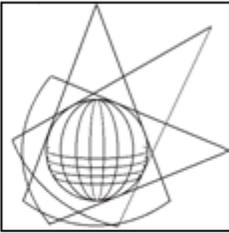
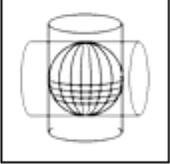
Formas de classificação

- Diversas são as formas de classificar as projeções cartográficas, a saber:

Critério:	Classificação	Características
Quanto ao método	Geométricas ou perspectivas	<p>Baseiam-se em princípios geométricos projetivos. Podem ser obtidos pela interseção sobre a superfície de projeção, do feixe de retas que passa por pontos da superfície de referência partindo de um centro perspectivo.</p> <p>Podem ser: centrográficas ou gnomônicas (quando o ponto projetivo se situa no centro do modelo), estereográfica (quando o ponto projetivo se situa na superfície de referência), ortográfico (quando o ponto projetivo se situa no infinito projetando retas paralelas), modificadas (utilizam o conceito projetivo e incorporam atributos da superfície projetiva – cone, cilindro ou azimutal).</p>
	Analíticas ou convencionais	<p>Baseiam-se em formulações matemáticas obtidas com o objetivo de atender condições previamente estabelecidas (maioria das projeções) – Exemplo: Mollweide e Eckert (equivalentes).</p>

Formas de classificação

- Diversas são as formas de classificar as projeções cartográficas, a saber:

Critério:	Classificação	Características
Superfície de projeção	Planas (Azimutais)	Pode assumir três posições básicas em relação a superfície de referência: polar, equatorial e oblíqua. 
	Cônicas	Funciona como superfície auxiliar na obtenção de uma representação. Sua posição em relação a superfície de referência pode ser: normal, transversal e oblíqua. 
	Cilíndricas	Similar à cônica e pode ser: equatorial, transversal e oblíqua. 
	Poli-superficiais	Utilizam mais de uma superfície de projeção para aumentar o contato com a superfície de referência objetivando reduzir as deformações. Exemplo: plano-poliédricas; cone-policônicas, etc.).

Formas de classificação

- Diversas são as formas de classificar as projeções cartográficas, a saber:

Critério:	Classificação	Características
Quanto às Propriedades	Eqüidistantes	Não apresentam deformações lineares para algumas linhas especiais, ou seja, comprimentos são apresentados em escala uniforme.
	Conformes	Apresentam os ângulos sem deformação em torno de quaisquer pontos para figuras reduzidas, e decorrentes dessa propriedade, não deformam pequenas regiões.
	Equivalentes	Não alteram as áreas, conservando uma relação constante da área representada com a superfície da terra.
	Afiláticas	Não apresentam especificamente nenhuma das propriedades anteriores, objetivando diluir as deformações decorrentes de ângulos, área e direções.

Formas de classificação

- Diversas são as formas de classificar as projeções cartográficas, a saber:

Critério:	Classificação	Características	
Quanto ao tipo de contato entre as superfícies	Tangentes	A superfície da projeção é tangente à de referência.	
	Secantes	A superfície da projeção é secante à de referência.	

Propriedades das projeções cartográficas

- A propriedade de uma projeção é, segundo Gaspar (2000), a “conservação” de um determinado atributo, ou seja, ângulos, distâncias, áreas ou direções. A conservação de uma propriedade levará, normalmente, a que outras não sejam preservadas.
- Conformidade.
 - Uma projeção é conforme quando a forma de **pequenos** objetos é preservada, ou seja, quando a escala da projeção em qualquer ponto é a mesma em todas as direções.
 - Observações:
 - paralelos e meridianos são representados como linhas perpendiculares
 - a escala igual em todas as direções não implica na conservação da mesma que, pode variar de ponto para ponto
 - a palavra conformidade induz ao erro uma vez que somente objetos de dimensões reduzidas possuem sua forma conservada
 - Exemplo: Mercator, Gauss e UTM

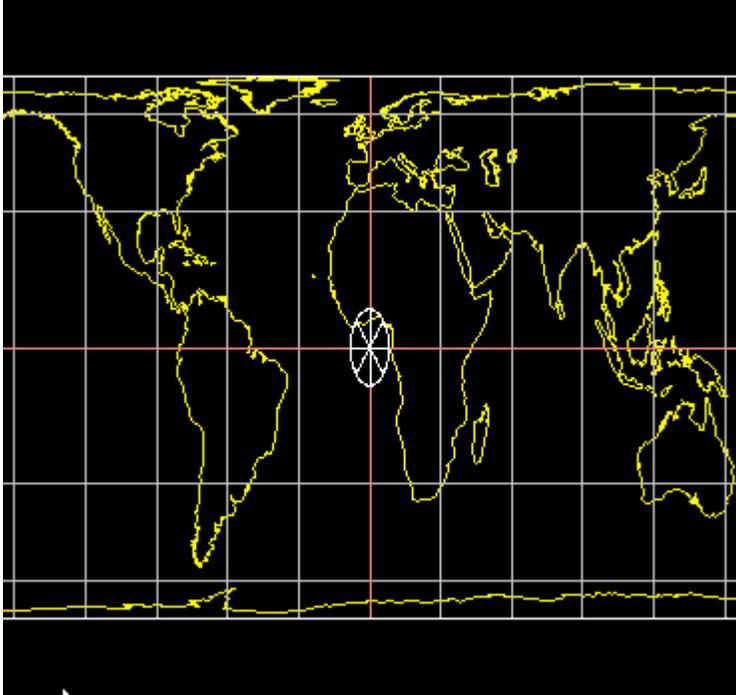
Projeção cilíndrica (Mercator)



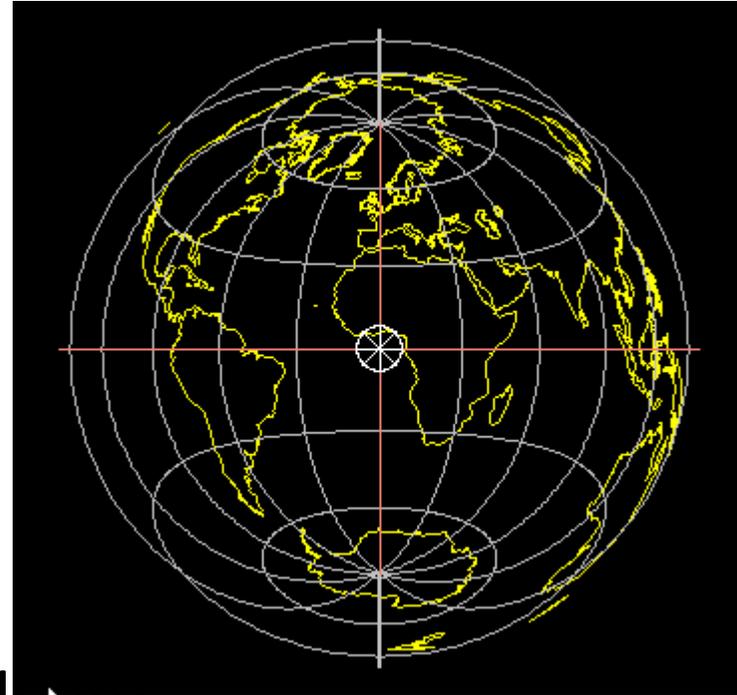
- Projeção de Mercator

Propriedades das projeções cartográficas

- Equivalência
 - Têm por finalidade a conservação das áreas.
 - Observações:
 - não é possível uma projeção ser simultaneamente conforme e equivalente
 - a equivalência é obtida pela variação combinada da escala ao longo dos paralelos (que aumentam com a distância ao pólo) e dos meridianos (que diminui com a distância ao pólo).
 - Exemplos: Mollweide, Sinusoidal e de Eckert IV.
- Eqüidistância
 - Tem por finalidade a conservação das distâncias em determinadas direções (eqüidistantes transversais ou meridianas).
 - Observações:
 - deforma a forma e a área.
 - Exemplos: Azimutal Eqüidistante e Cônica Eqüidistante.



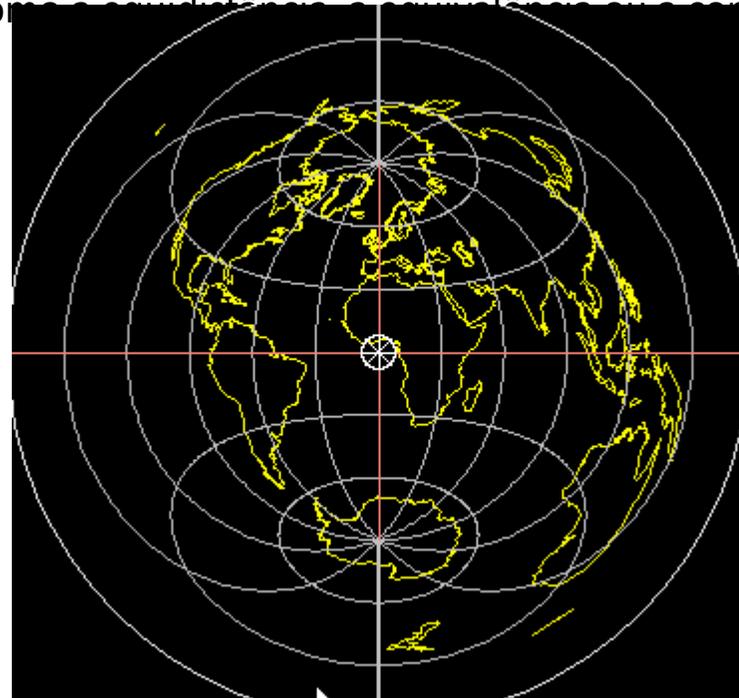
Peters



Azimutal Equivalente

Propriedades das projeções cartográficas

- Projeções Azimutais
 - Buscam conservar as direções a partir de determinados pontos.
 - Observação:
 - objetiva a leitura de rumos e azimutes
 - é possível sua associação à outras propriedades, como a equidistância e a conformidade
 - Exemplo: Azimutal Eqüidistante



Projeções cartográficas: usos e a influência da escala

- Rocha (1998), relaciona os fatores que devem ser observados na escolha de uma projeção cartográfica. Segundo o autor tal escolha deve observar: a localização da região a ser mapeada (principalmente quanto a latitude), a forma geométrica da região, as dimensões da região (Ex. Brasil, Uruguai), a finalidade do mapeamento (quanto precisão).
- Para mapeamentos em escalas pequenas, destacam-se no Brasil as projeções Policônica (IBGE) e a Cônica Conforme de Lambert (IBGE/RADAM Brasil). Quanto as representações em escalas ainda menores, representações da superfície da Terra ou Continentais, destacam-se as projeções de Peters, Mollweide, Mercator, Sinusoidal, Eckert IV, dentre outras.
 - Observação: Parte das projeções que representam a superfície Terra adotam a esfera como elemento projetivo, pela facilidade de cálculo, ao invés do elipsóide.

Projeções cartográficas: usos e a influência da escala

- O CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) não define uma Projeção ou Sistema de Projeções Cartográficas para o mapeamento de território nacional, permitindo o emprego de diferentes projeções. Entretanto, conforme D'alge (1998), o mapeamento sistemático do Brasil, que compreende a elaboração de cartas topográficas em escalas grandes e médias (1:250.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000) é feito na projeção UTM e, boa parte dos mapeamentos urbanos (escala 1:2000) têm utilizado a Projeção UTM.
- Segundo Carvalho (1984) apud Rocha (1998), as projeções mais utilizadas no Brasil em escalas médias são a UTM e de Gauss-Krüger. Entretanto, Rocha (1998), considera a Projeção UTM inadequada para representações em escalas maiores que 1:10.000.
 - Observação: Zuquetti & Gandolfi (2004), consideram que as representações cartográficas em escalas menores que 1:200.000, possuem significado somente como síntese e para fins didáticos.

Projeções cartográficas: usos e a influência da escala

- Considerando os fatores de redução de escala (K_0) empregados nas Projeções TM (transversa de Mercator), Rocha (1998) apresenta os valores de deformação linear decorrentes das mesmas.

Projeções	Fuso	K_0	Distorção no meridiano central	Distorção no final do fuso
Gauss-Krüger	3°	1,000	1,0000	1/6410
UTM	6 °	0,9996	1/2500	1/1019 (Lat=0°) 1/1579 (Lat=30°)
LTM	1°	0,999995	1/200.000	1/35.000 (Lat=30°)
RTM	2°	0,999995	1/200.000	1/6740 (Lat=0°) 1/9106 (Lat=30°)
RTM/RS	2°	0,999945	1/18.000	1/17.000 (Lat=30°)
RTM/PR	2° 15'	0,999915	1/11.764	1/12500 (Lat=24°)
LTM/Rio	1°	0,99998	1/50.000	1/50.000 (Lat=23°)
PBG	2°	0,99994	1/16670	1/10750 (Lat=0°) 1/18.000 (lat=30°)

As Projeções de Mercator, Mercator Transversa, Gauss-Krüger e UTM

- A Projeção UTM, por vezes confundida com a Projeção de Mercator, se diferencia desta por ter o cilindro posicionado de forma transversal ao elipsóide.
- A Projeção de Mercator (atribuída a Gerard Kramer – 1590) é uma projeção cilíndrica conforme, tangente a esfera e equatorial, especialmente apropriada a representações de áreas próximas ao Equador, tendo como finalidade a navegação e representações de grandes áreas.
- A Projeção de Mercator transversa (atribuída a Lambert – 1772 - também cilíndrica conforme e tangente a esfera) têm por característica a colocação do eixo do cilindro perpendicular ao eixo da Terra. Nesta projeção o meridiano tangenciado pelo cilindro corresponde ao meridiano central.

As Projeções de Mercator, Mercator Transversa, Gauss-Krüger e UTM

- Conforme Gaspar 2000, quando se utiliza o elipsóide como superfície de referência, a projeção de Mercator transversa é conhecida por *Projeção de Gauss* ou *Gauss-Krüger*. Segundo Libault (1975), o aparecimento deste sistema se tornou possível a partir da utilização de tabelas com os valores de aproximação (logarítmicas).
- Ainda conforme Libault (1975), a partir de 1950 os Estados Unidos propuseram o sistema denominado Universal Transverse Mercator, adotado pela União Geodésica e Geofísica Internacional (UGGI).
- A projeção UTM utiliza-se da projeção Gauss-Krüger, diferindo desta pela adoção do fator de redução de 0.9996, correspondente a utilização do cilindro secante.

A Projeção UTM

- Não é uma projeção única da Terra, mas um conjunto de pequenas projeções cilíndricas, secantes e conforme, desenvolvidas a cada 6º de longitude, totalizando 60 projeções.
- Somente o Meridiano Central e o Equador são linhas retas. Para reduzir as distorções provenientes da projeção, o meridiano central é deformado, ou seja, sua dimensão original é reduzida. $K_0 = 0,9996$.
- O quadriculado UTM está associado ao sistema de coordenadas plano-retangulares de tal forma que o eixo Y possui correspondência com os valores de latitude e, no Meridiano Central (MC) do fuso seus alinhamentos são coincidentes fornecendo a direção norte (N), enquanto o eixo correspondente ao eixo X possui equivalência com os meridianos – eixo (E).

A Projeção UTM

- A coordenada UTM de cada ponto depende, portanto, do valor relativo a N (eixo Y), a E (eixo X), e do valor do Meridiano Central. Não representa a Terra por completo, sendo seus limites as latitudes de 84°N (80° em algumas referências) e 80°S.
- A cada fuso está associado um sistema cartesiano métrico de referência, atribuindo à origem do sistema (interseção da linha do Equador com o Meridiano Central) as coordenadas 500.000 m para contagem de coordenadas ao longo do Equador (“E” relativo ao eixo X) e, 10.000.000 m (1/4 de meridiano), para a contagem ao longo do Meridiano Central (“N” relativo ao eixo Y). Exemplo: Ponto A, coordenadas UTM: N = 7.780.645, E = 543.633 e, Meridiano Central de 45° GR.

A Projeção UTM

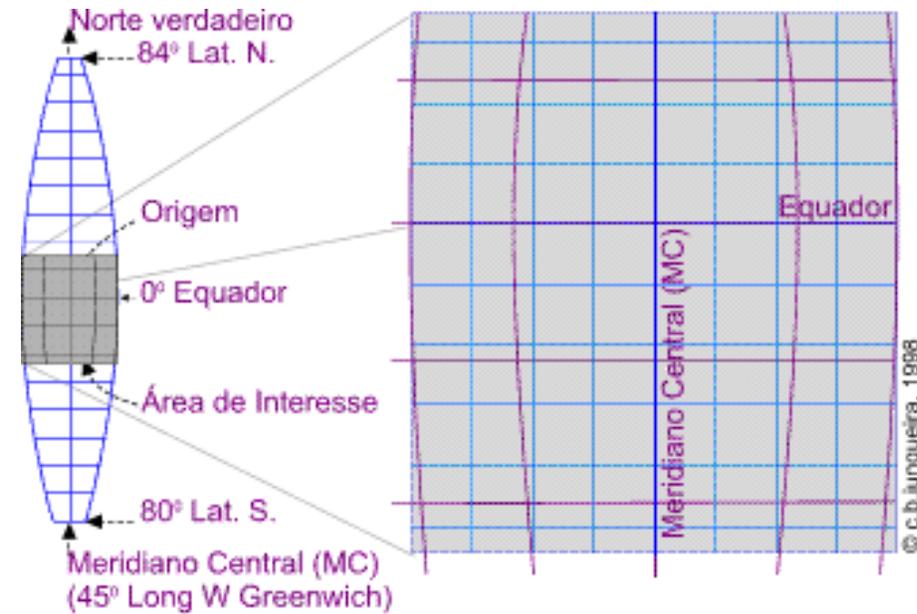
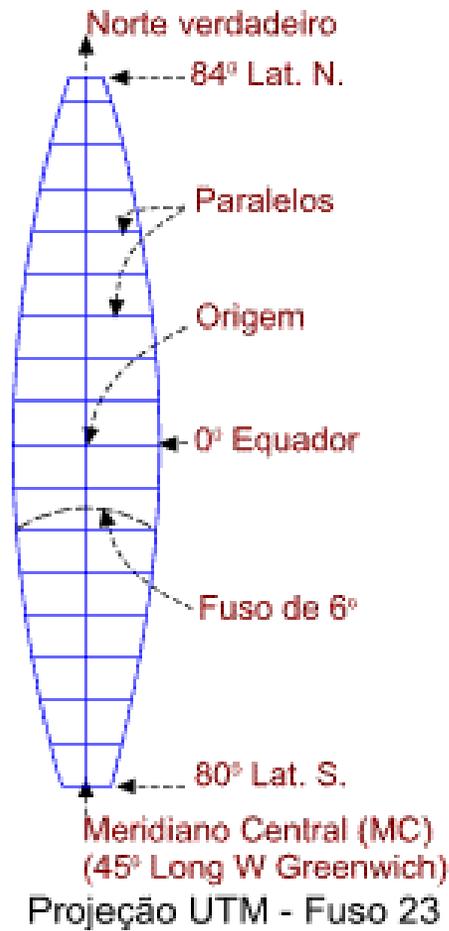
Subdivisões:

- A projeção transversa de Mercator (TM) dá origem aos sistemas RTM e LTM, desenvolvidos com o objetivo de se alcançar maior precisão cartográfica. Sendo:
- **RTM – Regional Transverse de Mercator:**
 - Sistema de coordenadas planas elaborado a cada fuso de 2º.
 - Origem das coordenadas: Y no equador acrescido de 5.000.000 m e X, no meridiano central acrescido de 400.000 m.
 - Fator de redução de escala no meridiano central – $K_0 = 0,99995$
- **LTM – Local Transverse de Mercator:**
 - Sistema de coordenadas planas elaborado a cada fuso de 1º.
 - Origem das coordenadas: Y no equador acrescido de 5.000.000 m e X, no meridiano central acrescido de 200.000 m.
 - Fator de redução de escala no meridiano central – $K_0 = 0,999995$
 - Obs. É possível a conversão de coordenadas de qualquer sistema para qualquer sistema.

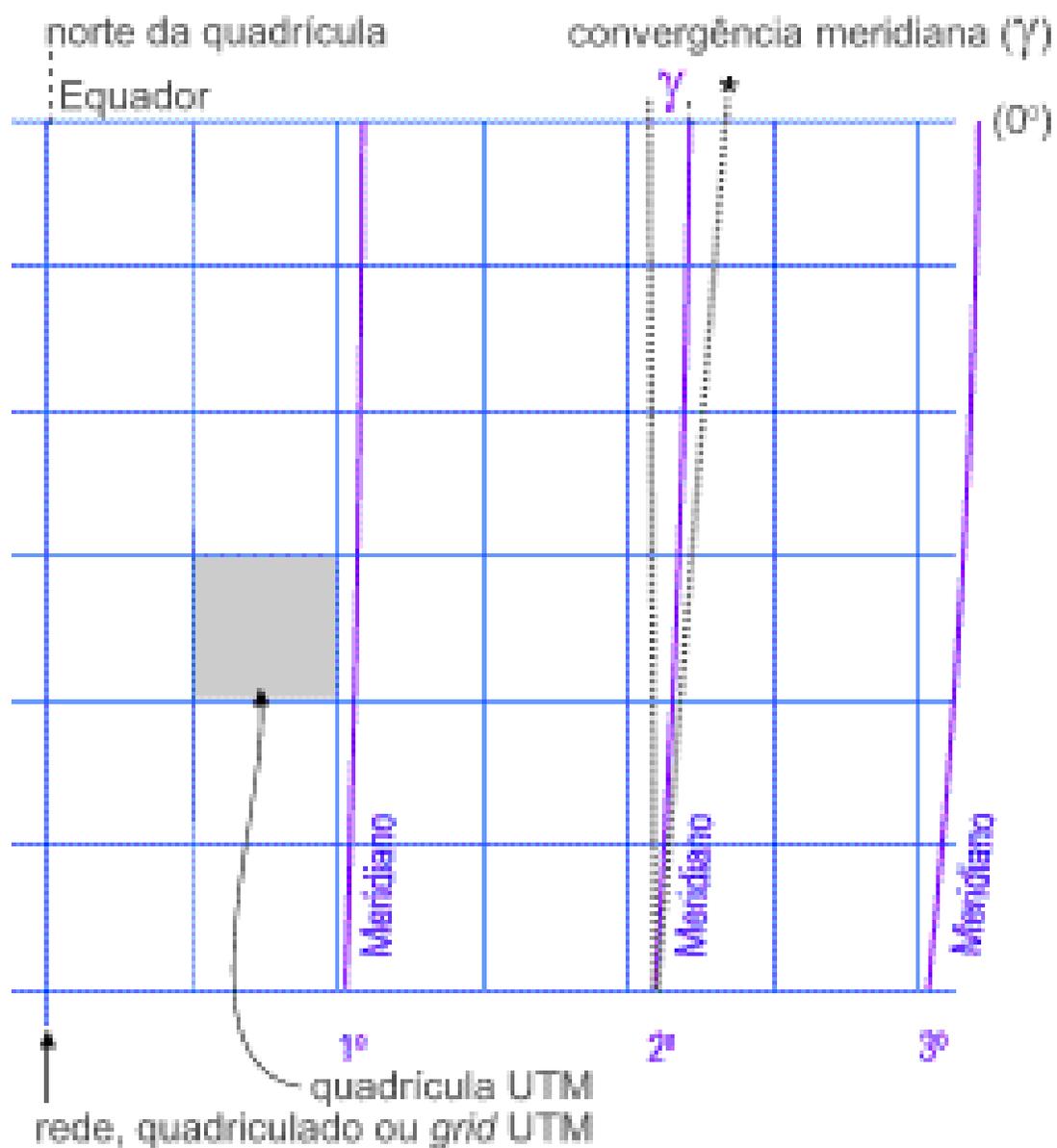
Projeção UTM: Convergência meridiana

- Quando se compara as coordenadas UTM, que formam quadrados ortogonais, com as coordenadas geográficas, verifica-se que os meridianos coincidem junto ao Meridiano Central (MC), mas mostram uma diferença que vai aumentando com a diferença de longitude. Esse ângulo é chamado de convergência meridiana (g). A convergência meridiana é variável em relação a cada ponto, dentro do fuso, e igual (com valores inversos) para pontos simétricos, um de cada lado do MC (meridiano central). A convergência meridiana para um dado ponto é o ângulo formado, nesse ponto, pelo norte geográfico com o norte da quadrícula.

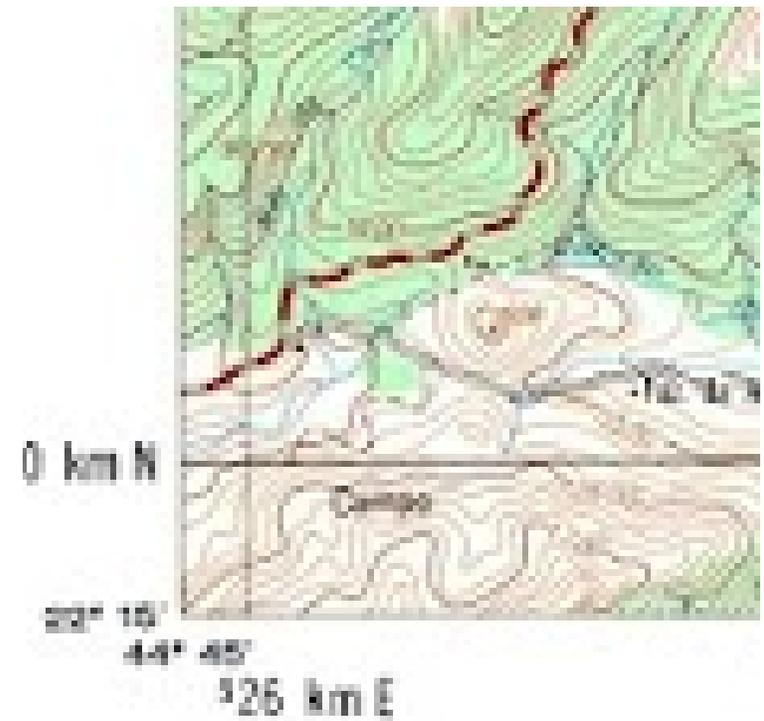
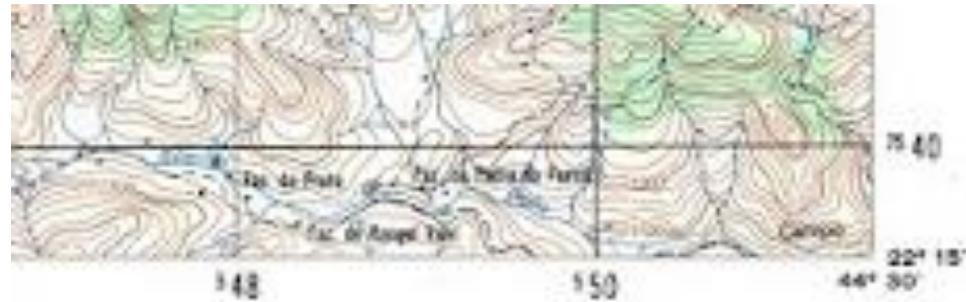
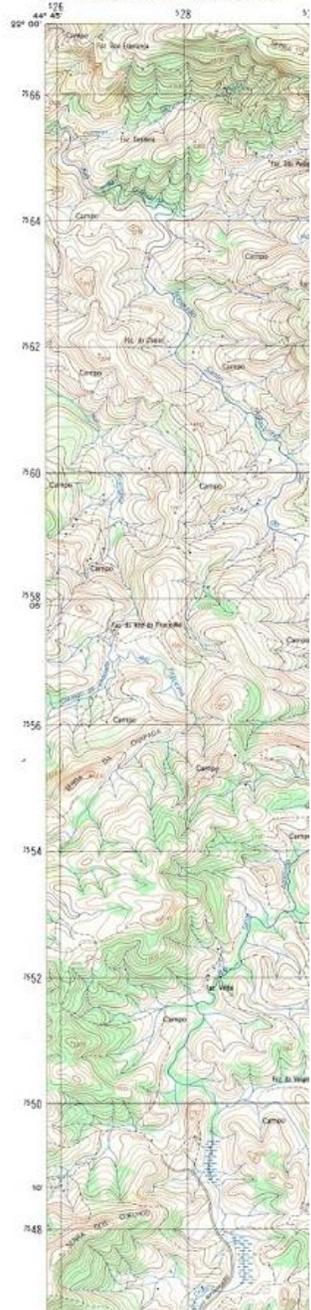




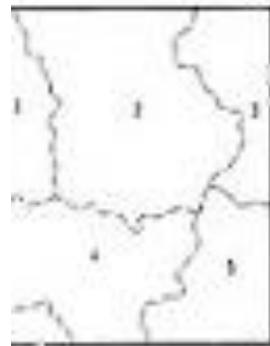
Fuso UTM - Definição da área de interesse



as relações entre a quadricula UTM, a rede de projeção e a origem da convergência meridiana
 org.: cbjunqueira - adaptado de Libault. A., 1965



OMBSÃO NOMINATIVA



- 1 - BUIVÃO
- 2 - ARBOLIA
- 3 - CUBILHO
- 4 - ALMO
- 5 - BARRA DE BARRA
- 6 - FORTI

**DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1974
 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
 DO CENTRO DA FOLHA**



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
 CRESCE 2' ANUALMENTE

Usar exclusivamente os dados numéricos

ALAGOA (MG)

A coordenada de um lugar

Sistema de referência geodésico + cartográfico + *Datum* + Sistema de Coordenadas + inf. adicionais

- Localização unívoca
- Exemplo:
- Coordenadas UTM E: 544891,33m N: 7387899,12m
- UTM – Fuso 22S
- *Datum* – SIRGAS2000

Coordenada exata para um único sistema projetivo – SRC (Sistema de Referência Cartográfico)

O valor da coordenada de um ponto é função do sistema de projeção adotado, ou seja:

- para cada projeção um mesmo ponto deve apresentar um novo valor de referência (x,y).
- existem n coordenadas possíveis para um mesmo ponto

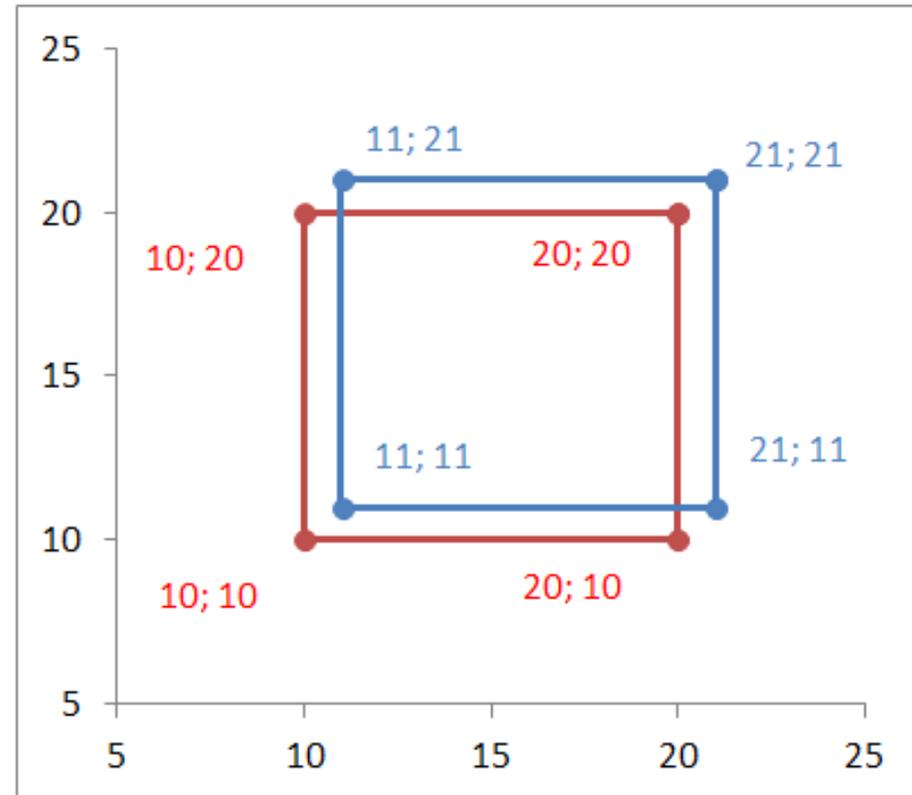
Coordenadas de um lote (Sr. José)
- polígono fictício -
em SAD69 (1)

Polígono Axz (SAD69)

Coordenadas	
X	Y
20	20
10	20
10	10
20	10
20	20

Polígono Axz (C.A)

Coordenadas	
X	Y
21	21
11	21
11	11
21	11
21	21



Este mesmo lote em Córrego Alegre teria coordenadas diferentes

Se, fosse importado para a base em SAD69 seria desenhado em outro local.

Para corrigir isto o que seria preciso?

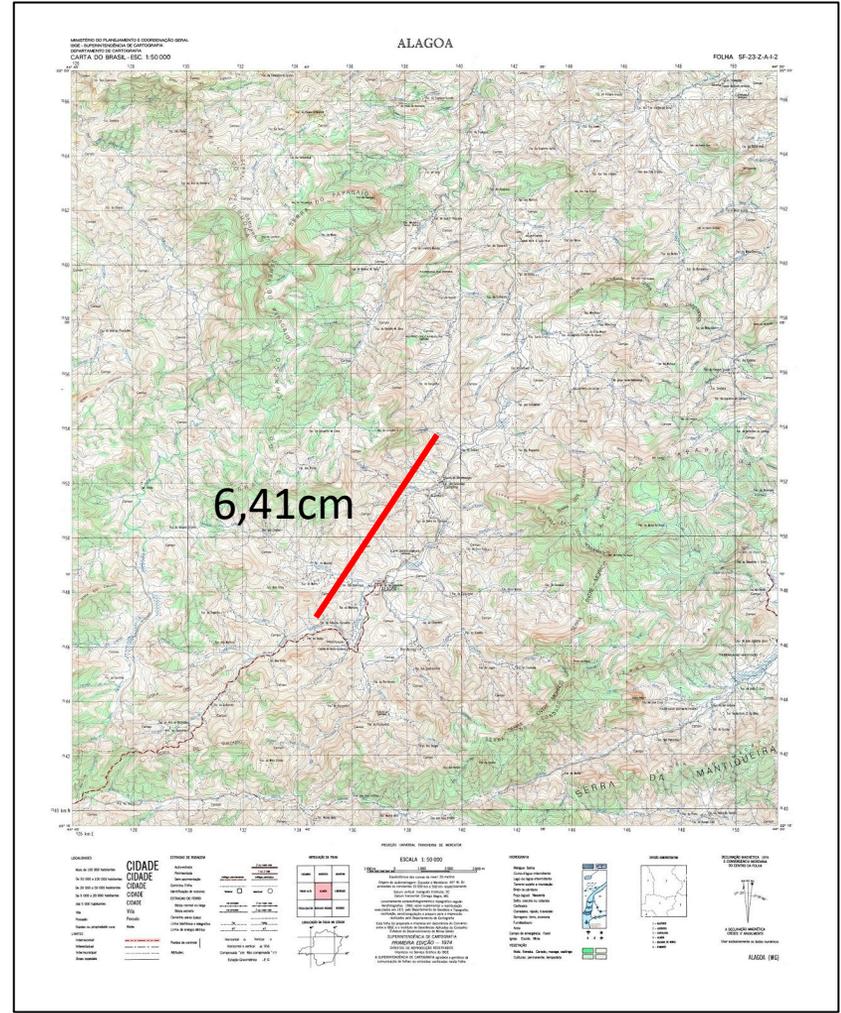
Sistema de referência geodésico + cartográfico + *Datum* + Sistema de Coordenadas + inf. adicionais

- Em Cartografia Digital – boa parte dos SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) trabalham com um código desenvolvido pela agência de petróleo europeia – EPSG
- Coordenadas UTM E: 544891,33m N: 7387899,12m
- UTM – Fuso 22S
- *Datum* – SIRGAS2000
- EPSG: 31982

Escala (mapas impressos)

- Escala : d / D
- Onde:
 - d é a dimensão gráfica
 - D é a dimensão no “terreno”
 - E : não é uma igualdade
 - $/$ não é uma divisão

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL
IBGE - SUPERINTENDÊNCIA DE CARTOGRAFIA
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA
CARTA DO BRASIL - ESC. 1:50 000



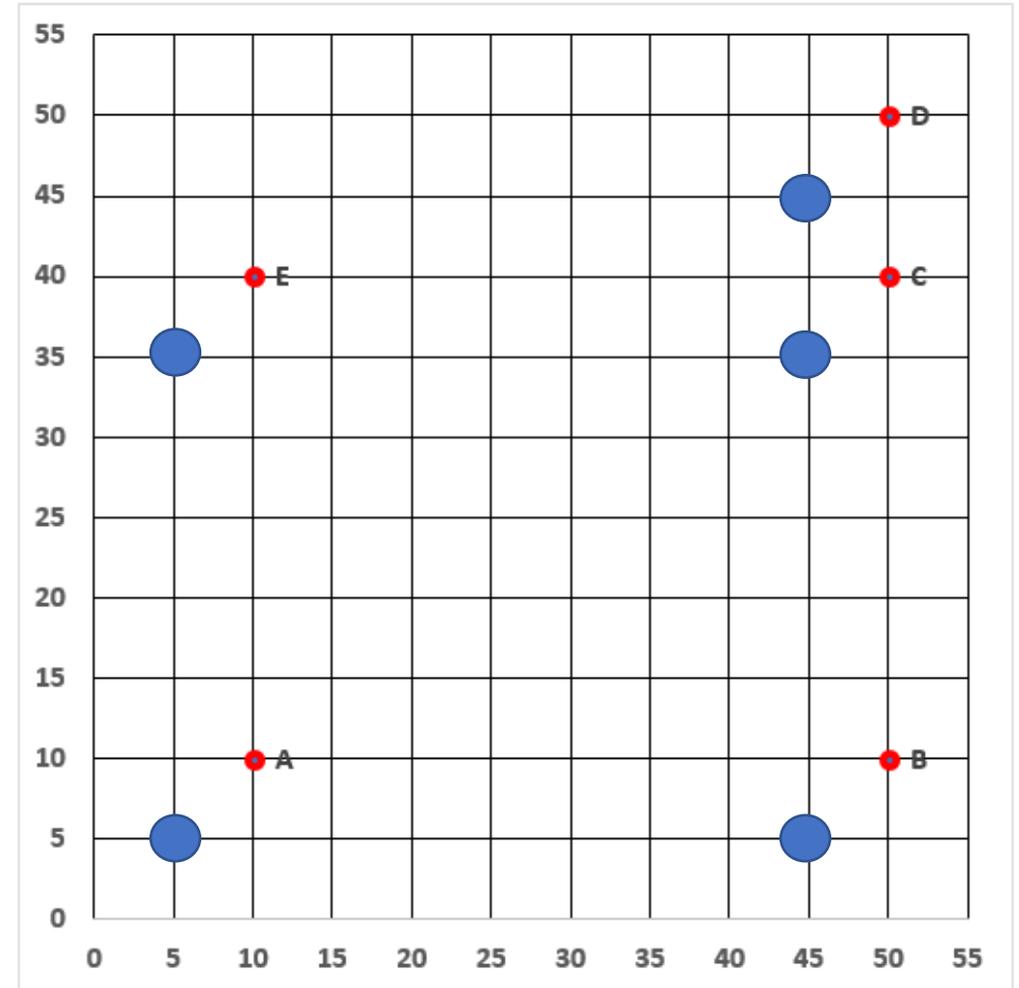
Transformações

- Coordenadas obtidas em um “sistema” podem ser transformadas para outro “sistema”.
- Operação também conhecida como “reprojeção”

Transformações

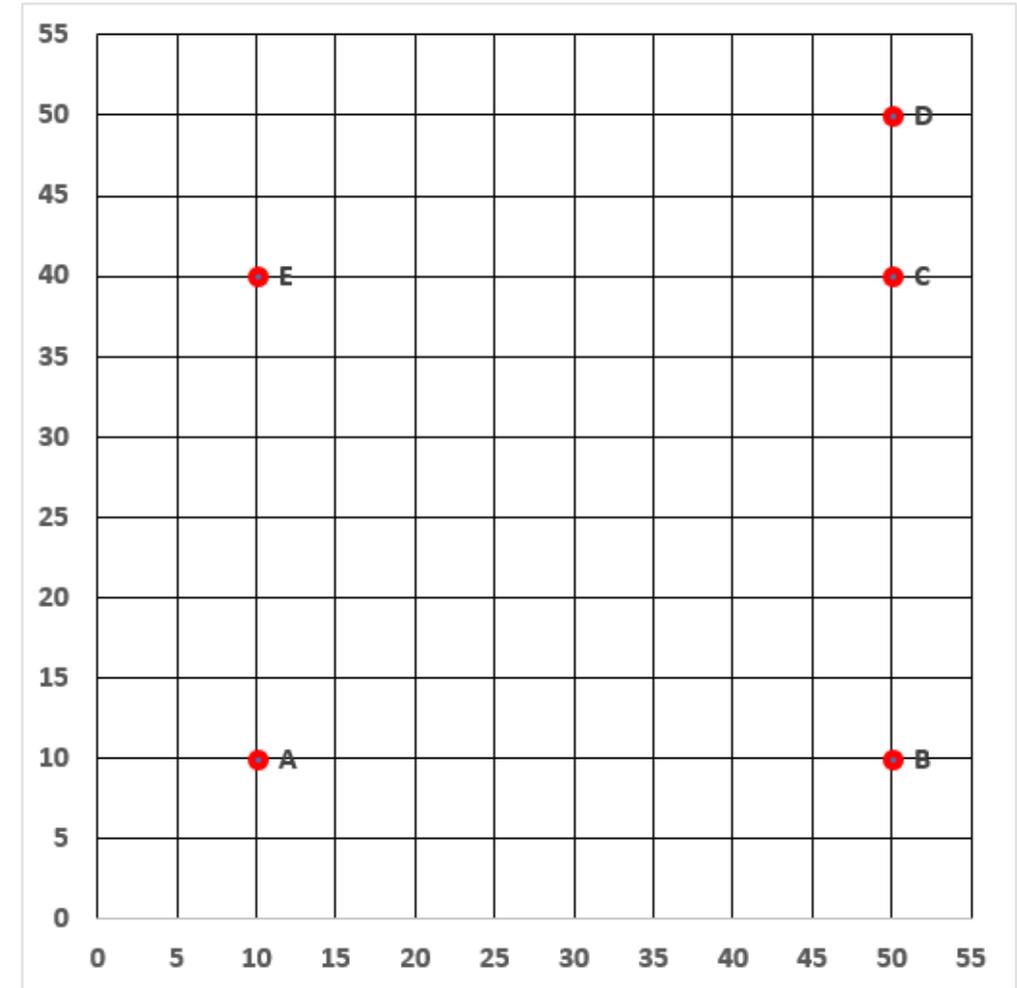
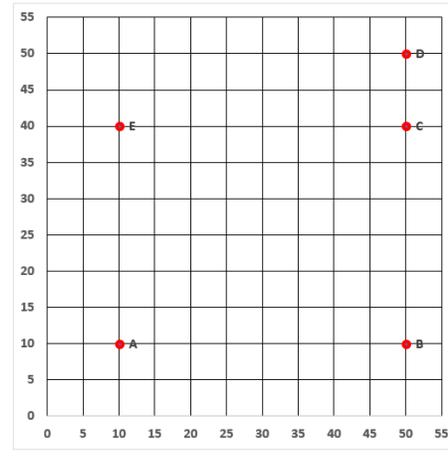
- Retangular – retangular
- **Translação** – deslocamento da origem de um sistema de coordenadas, de uma posição inicial O para uma posição final O' .
 - $X' = X \pm \Delta X$
 - $Y' = Y \pm \Delta Y$

 - $\Delta X = ?$
 - $\Delta Y = ?$



Transformações

- Escala

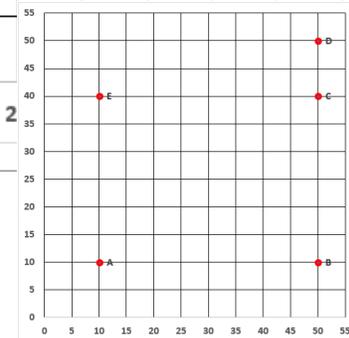
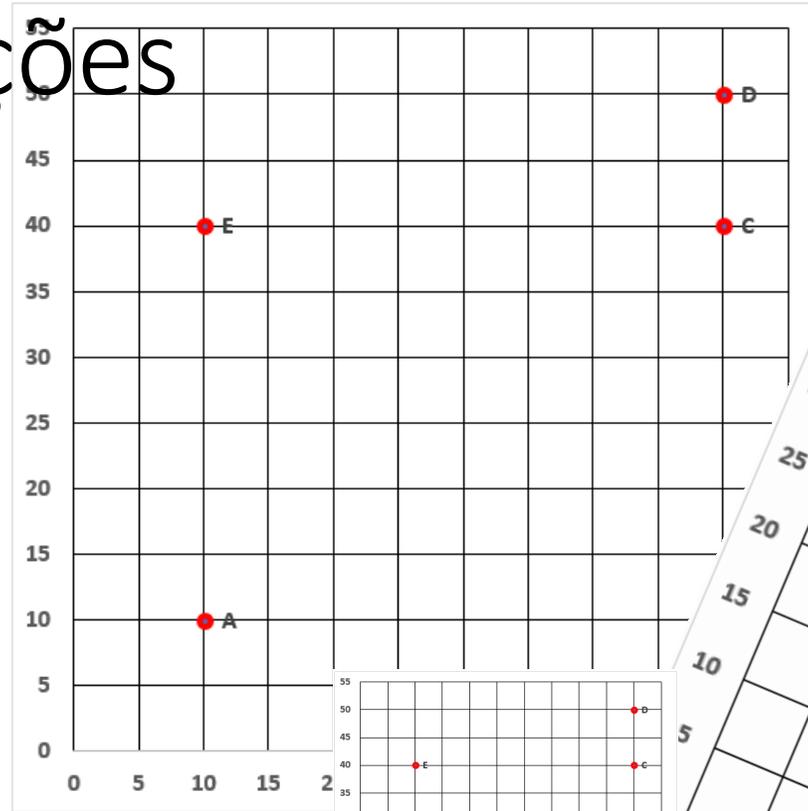


Transformações

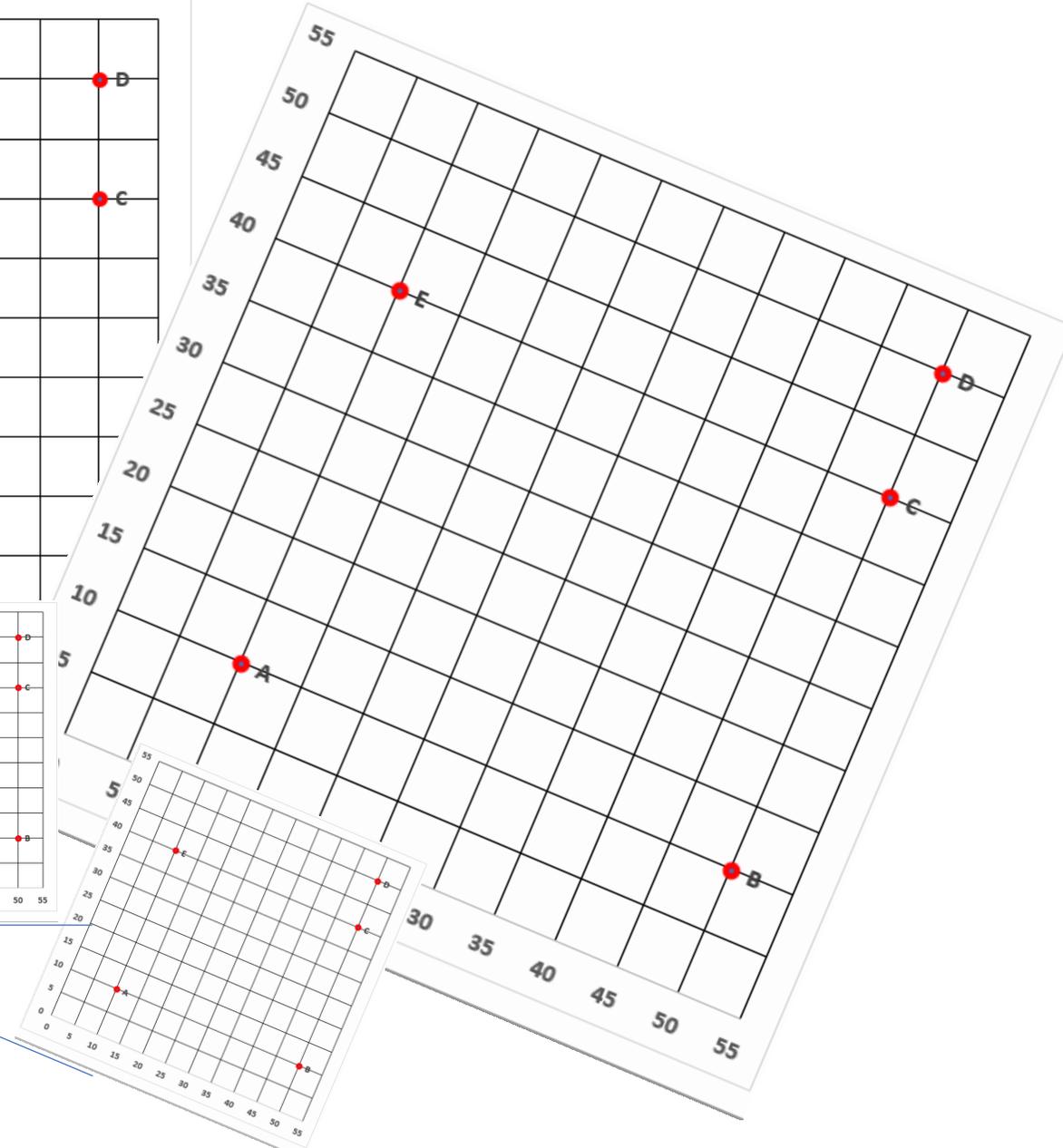
- Rotação

$$X' = X \cdot \cos \alpha + Y \cdot \sin \alpha$$

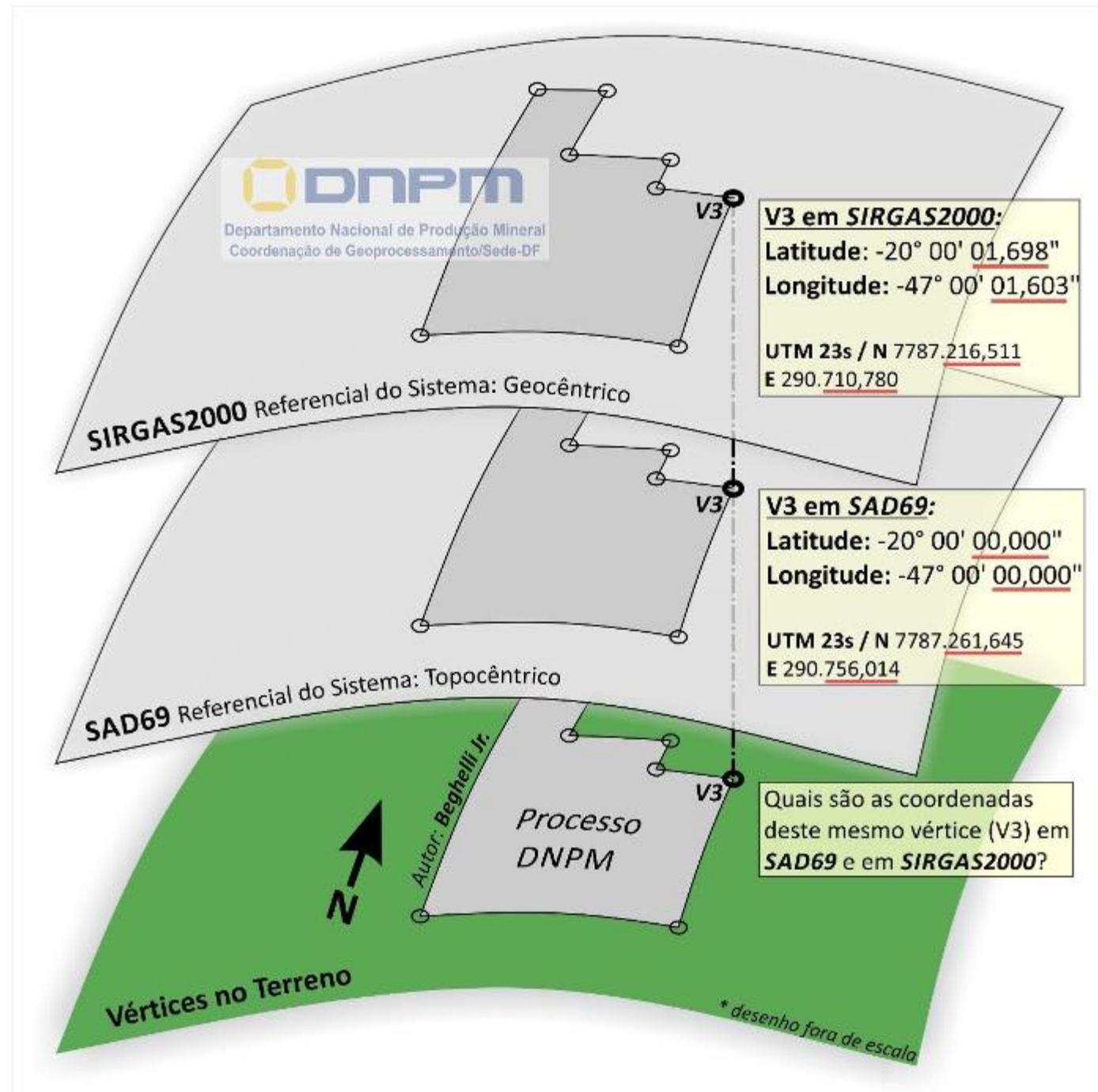
$$Y' = -X \cdot \sin \alpha + Y \cdot \cos \alpha$$



α



- Os pontos e **derivados** terão seus valores alterados
- Distâncias, áreas, azimutes



Semana 7 – 15/04 - Prova

Semana 8 – 22/04 - digital

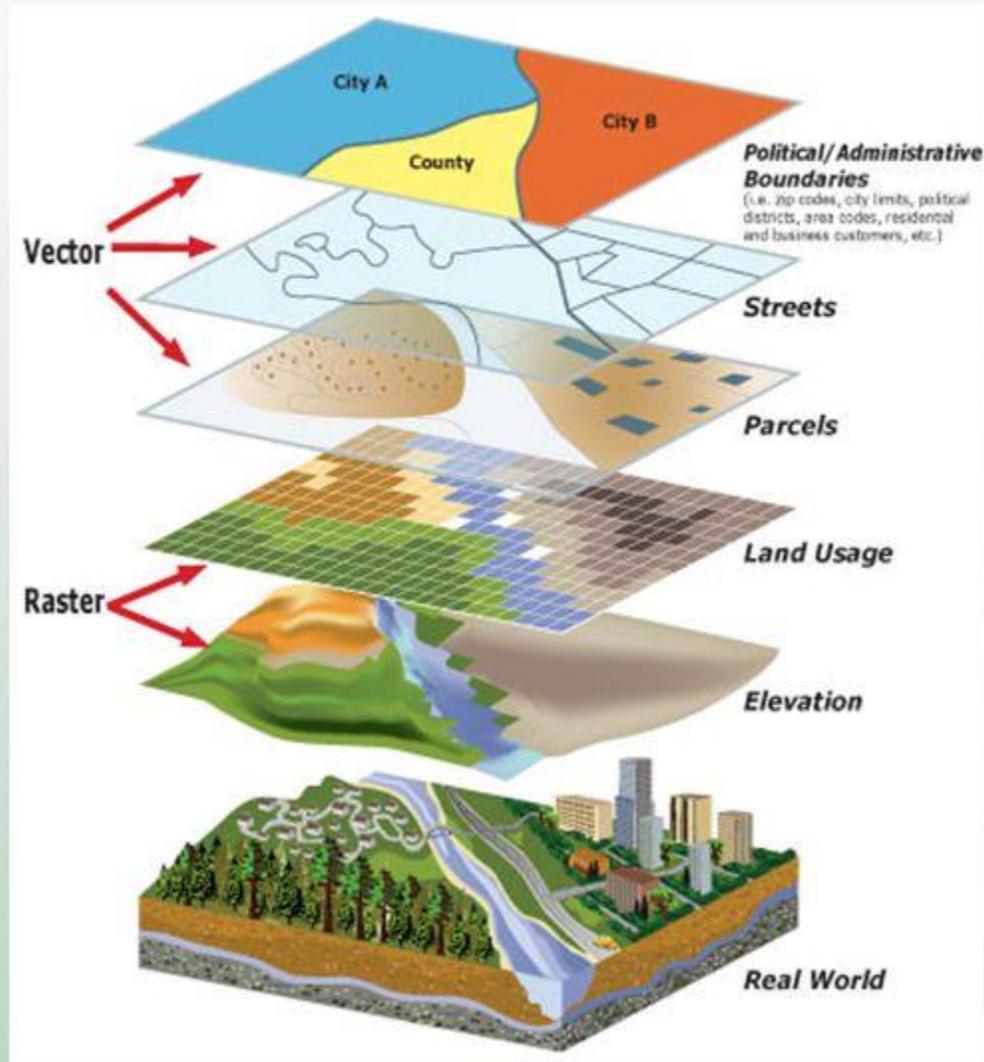
- LABSIG

Tipologia e modelos de dados

- Tipologia e modelos de dados (Dados matriciais: estrutura de dados matriciais; Dados vetoriais: estrutura de dados vetoriais; Normas brasileiras e internacionais - ET-EDGV);
- **Escala** (dados analógicos; dados vetoriais e dados matriciais; Acurácia posicional vertical e horizontal - ET-CQDG);

TIPOS DE DADOS

Representações Vetoriais e Matriciais



- IMAGENS
- DADOS TEMÁTICOS
- DADOS CADASTRAIS
- REDES
- MODELO NUMÉRICO DE TERRENO

Ver

- **SPRING: Tutorial de Geoprocessamento**
- <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>

Dados geoespaciais

- São diferentes dos demais dados matriciais e vetoriais

Dado cartográfico

CAD – *Computer Aided design*

≠

Dado cartográfico
Cartografia Digital

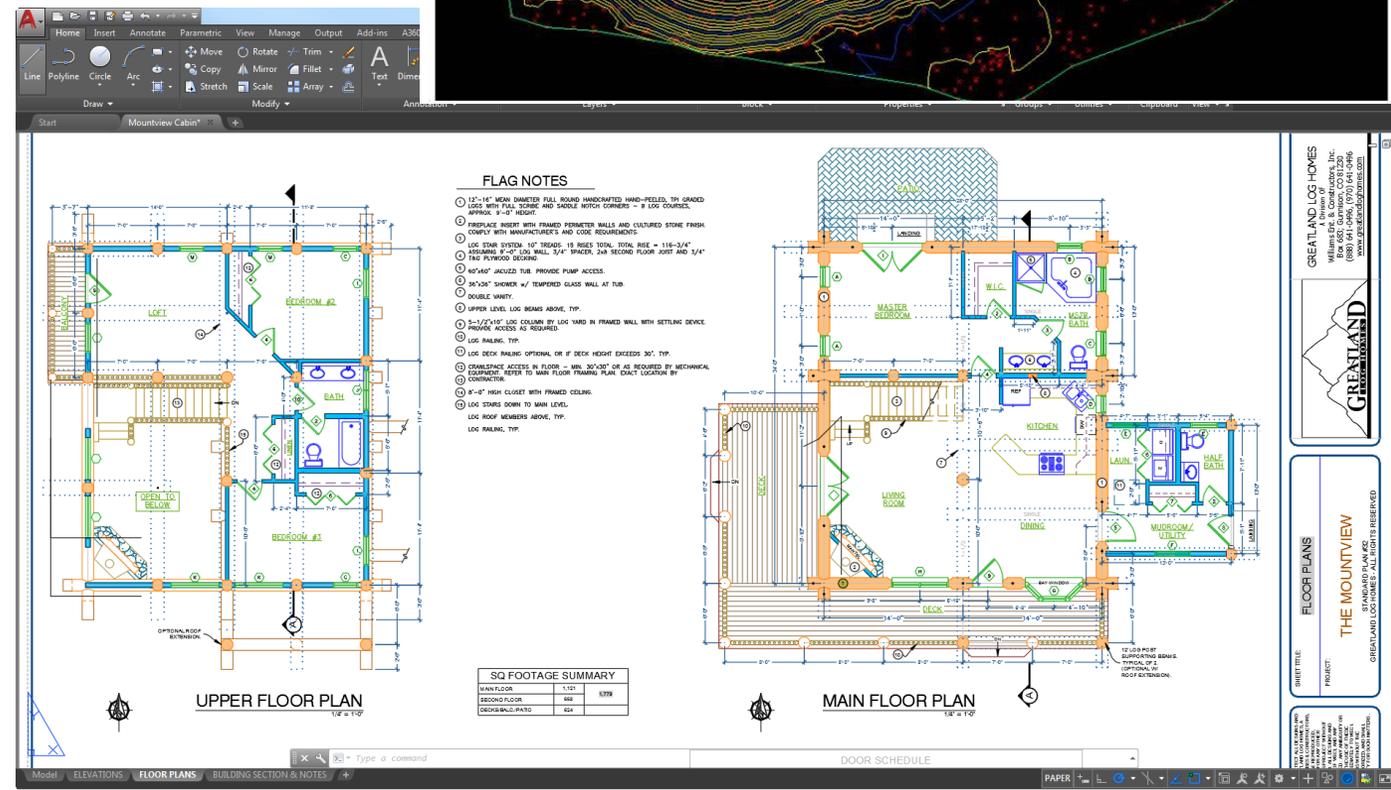
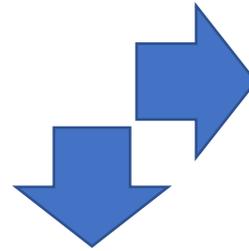
Coordenadas referidas à um SRC

Escala

Metadados

Consistência

.....

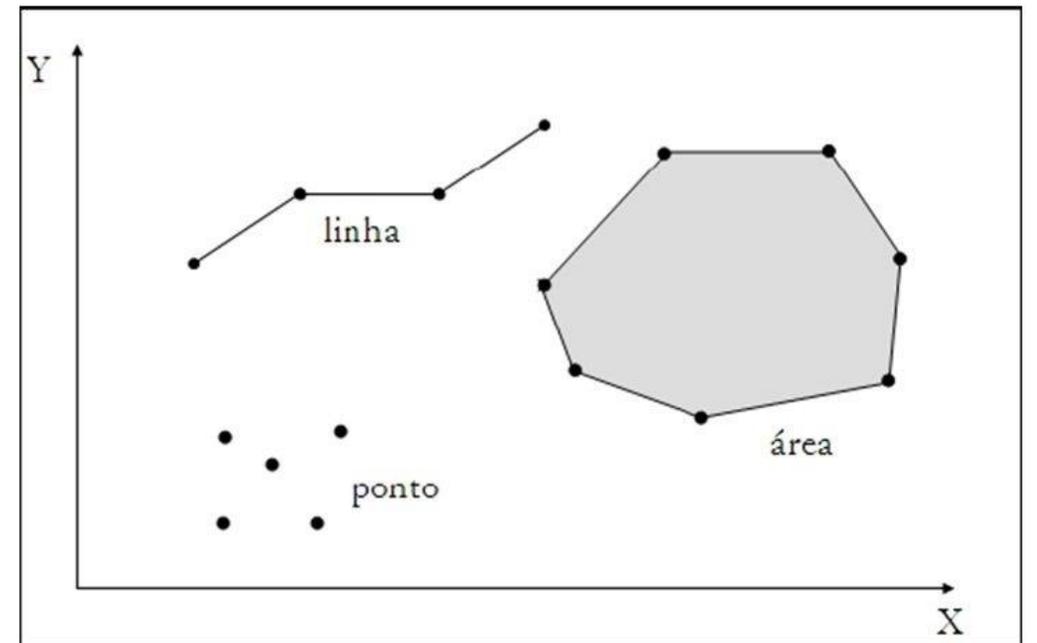


Dados geoespaciais

- Matriciais – imagens



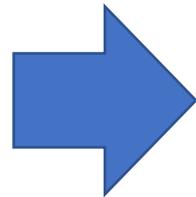
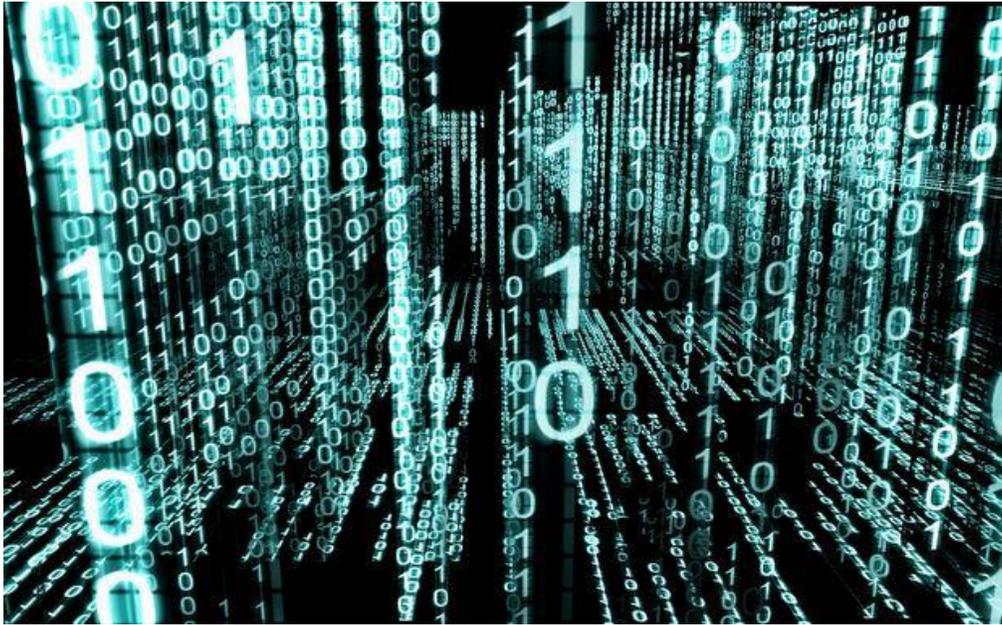
- Vetoriais – Geometrias (ponto, linha, polígono)



Dados geoespaciais

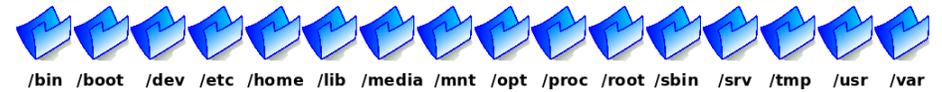
- Estrutura elementar - introdução
 - Matricial – pixel (não será objeto de estudo da disciplina)
 - Vetorial - Ponto

Como são armazenados?



Tipos de armazenagem em meio digital

- Estrutura antiga (ainda em uso) – usuário desktop
 - Pastas – formato avulso



- Estrutura recomendada
 - Banco de Dados e web (nuvem)

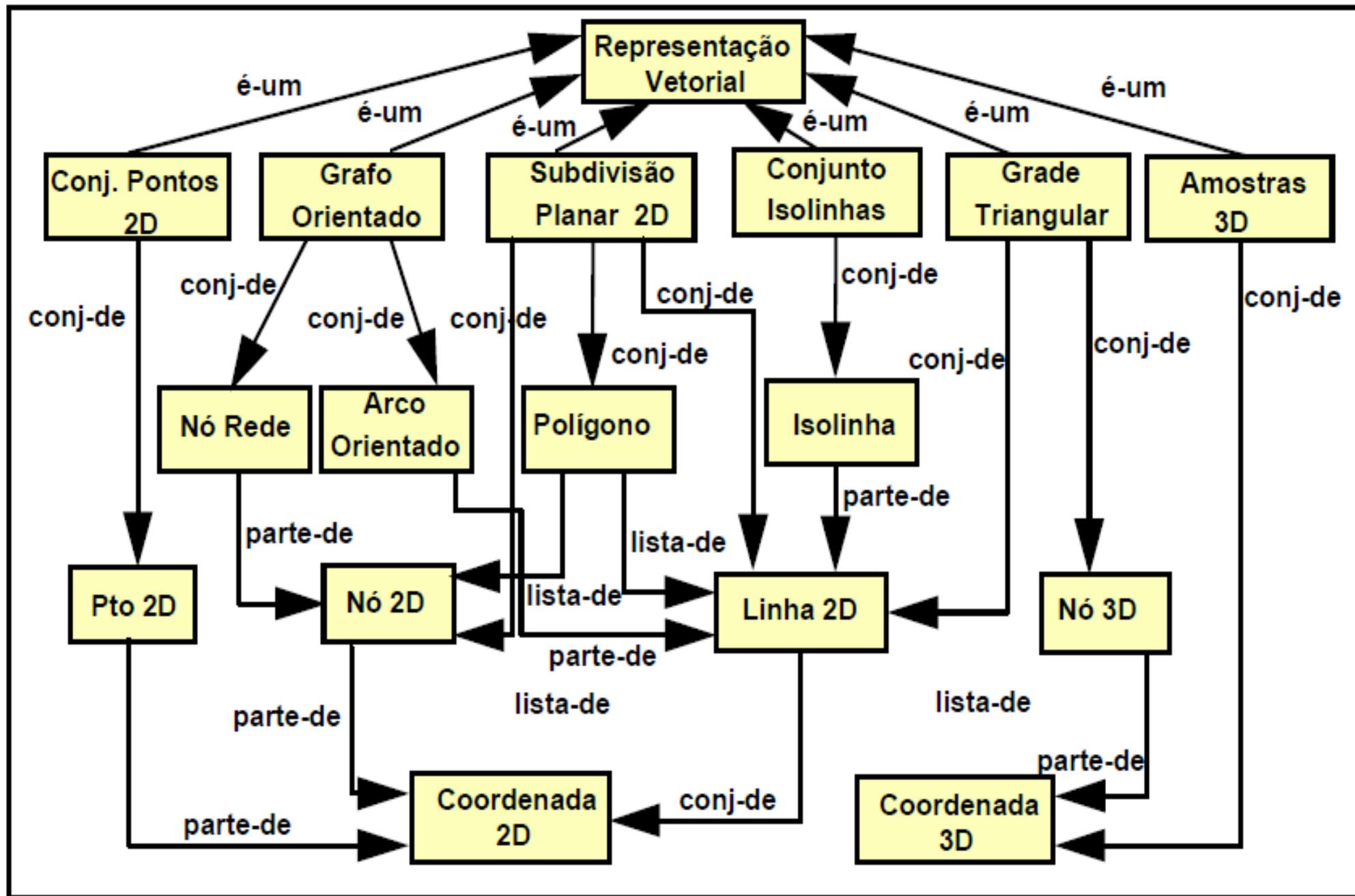


Dado geoespacial: **VETORIAL**

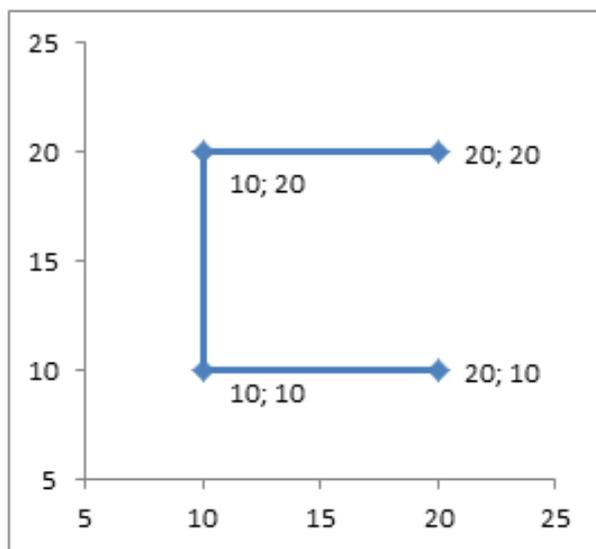
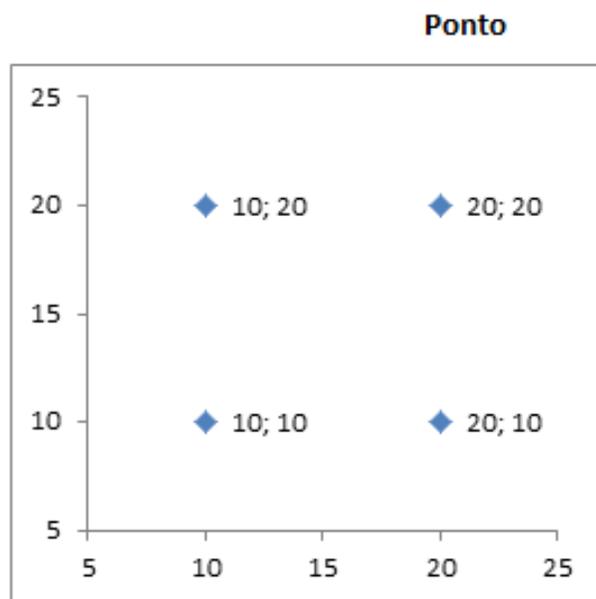
1. Hierarquia (ponto, ponto 2D, ponto 3D...)
2. Estrutura de armazenagem em meio digital
3. Propriedades cartográficas
 - Posição x Referencial Cartográfico
 - Dimensões x Referencial cartográfico
 - Escala

Dado geoespacial: **VETORIAL**

1. Hierarquia (ponto, ponto 2D, ponto 3D...)

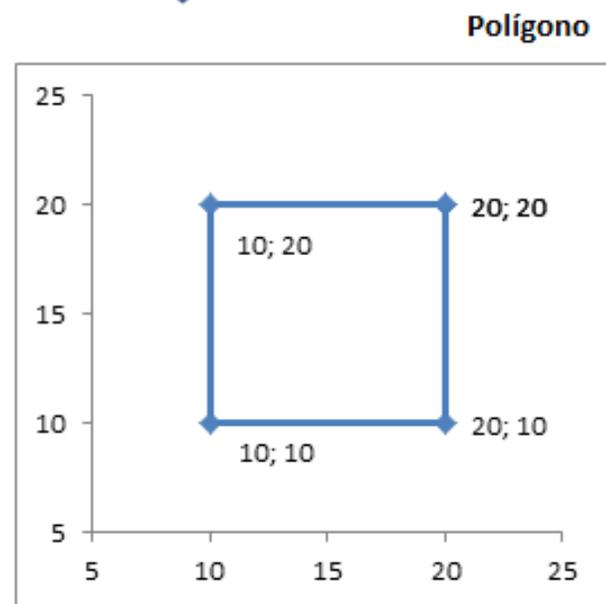


Coordenadas	
X	Y
20	20
10	20
10	10
20	10



Linha

Coordenadas	
X	Y
20	20
10	20
10	10
20	10
20	20



Dado geoespacial: **VETORIAL**

1. Hierarquia (ponto, ponto 2D, ponto 3D...)
2. Estrutura de armazenagem em meio digital

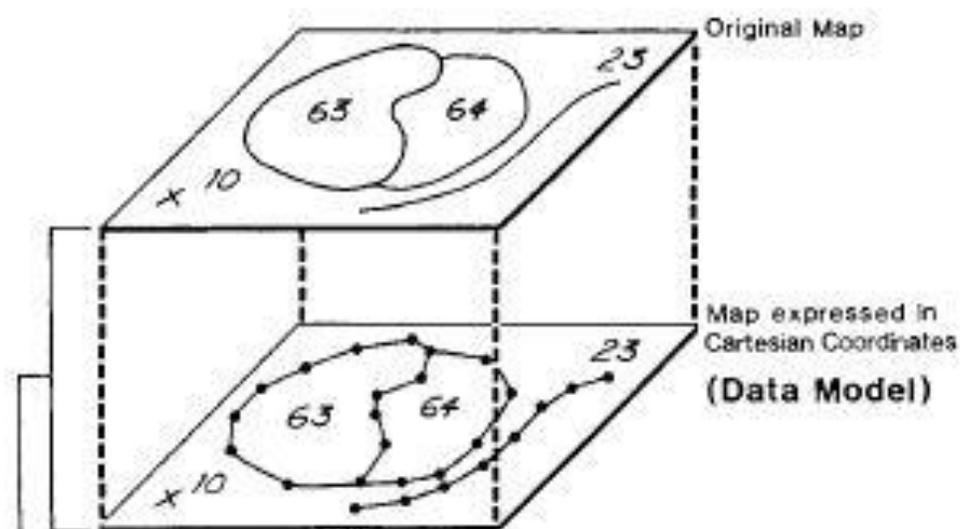
Estrutura de armazenagem

- Formatos menos usuais
- Mais antigos

Os **Modelos de Dados *Spaghetti*** utilizam estruturas de dados que armazenam os polígonos/linhas como seqüências de coordenadas de pontos. Nestes modelos, os limites entre duas áreas adjacentes são registrados (digitalizados) e armazenados duas vezes, uma para cada polígono. Estes modelos são utilizados em muitos pacotes de cartografia automatizada, onde as informações sobre os relacionamentos entre as entidades não são importantes [NCG 90].

Spaghetti Model

The simplest vector data model for geographic data is a direct line-for-line translation of the paper map. As shown in Fig. 5.4, each entity on the map



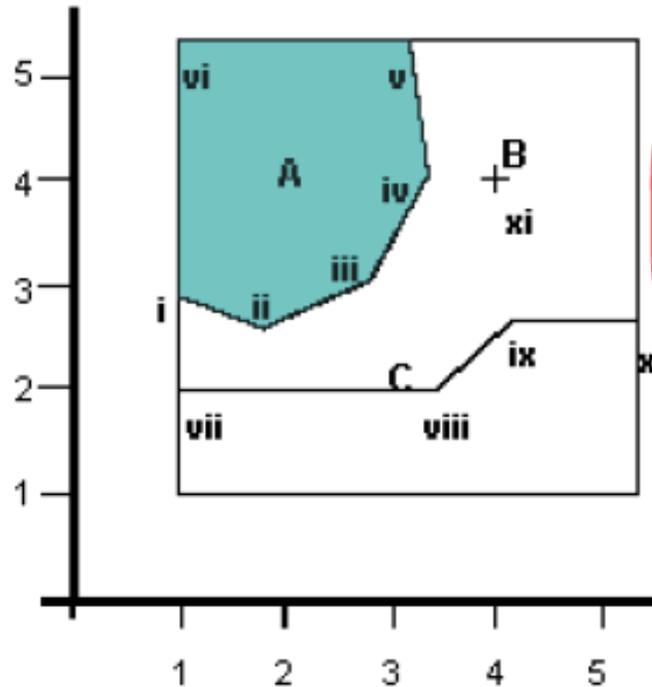
Data Structure

Feature	Number	Location
Point	10	X,Y (Single Point)
Line	23	$X_1Y_1, X_2Y_2, \dots, X_nY_n$ (String)
Polygon	63	$X_1Y_1, X_2Y_2, \dots, X_1Y_1$ (Closed Loop)
	64	$X_1Y_1, X_2Y_2, \dots, X_1Y_1$ (Data Structure)

FIG. 5.4. The "Spaghetti" data model (from Dangermond 1982).

Armazenagem

- Lista de coordenadas - sem topologia



A, 6 (identificador do polígono e número de vértices)

1, 3 (coordenadas do primeiro vértice do polígono A)

1.8, 2.6

2.8, 3

3.3, 4

3.2, 5.2

1, 5.2

1, 3 (coordenadas do último vértice do polígono A)

B, 1 (identificador do ponto e número de vértices)

4, 4 (coordenadas do ponto B)

C, 4 (identificador da linha e número de vértices)

1, 2 (coordenadas do primeiro vértice da linha C)

3.5, 2

4.2, 2.7

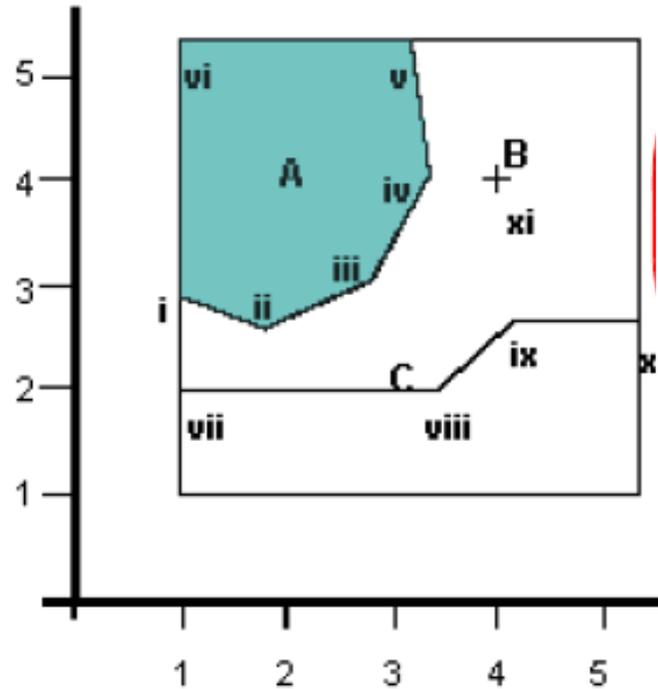
5.2, 2.7 (coordenadas do último vértice da linha C)

Estrutura spaghetti

- (1) arcos sem contigüidade
- (2) polígonos abertos sem área
- (3) arcos sem conectividade devido ao cruzamento de dois arcos sem presença de nó
- (4) polígonos adjacentes com sobreposição ou "buracos"

Armazenagem

- Dicionário de pontos - sem topologia



Arquivo 1

vértice	x	y
i	1	3
ii	1.8	2.6
iii	2.8	3
iv	3.3	4
v	3.2	5.2
vi	1	5.2
vii	1	2
Viii	3.5	2
ix	4.2	2.7
x	5.2	2.7
xi	4	4

Arquivo 2

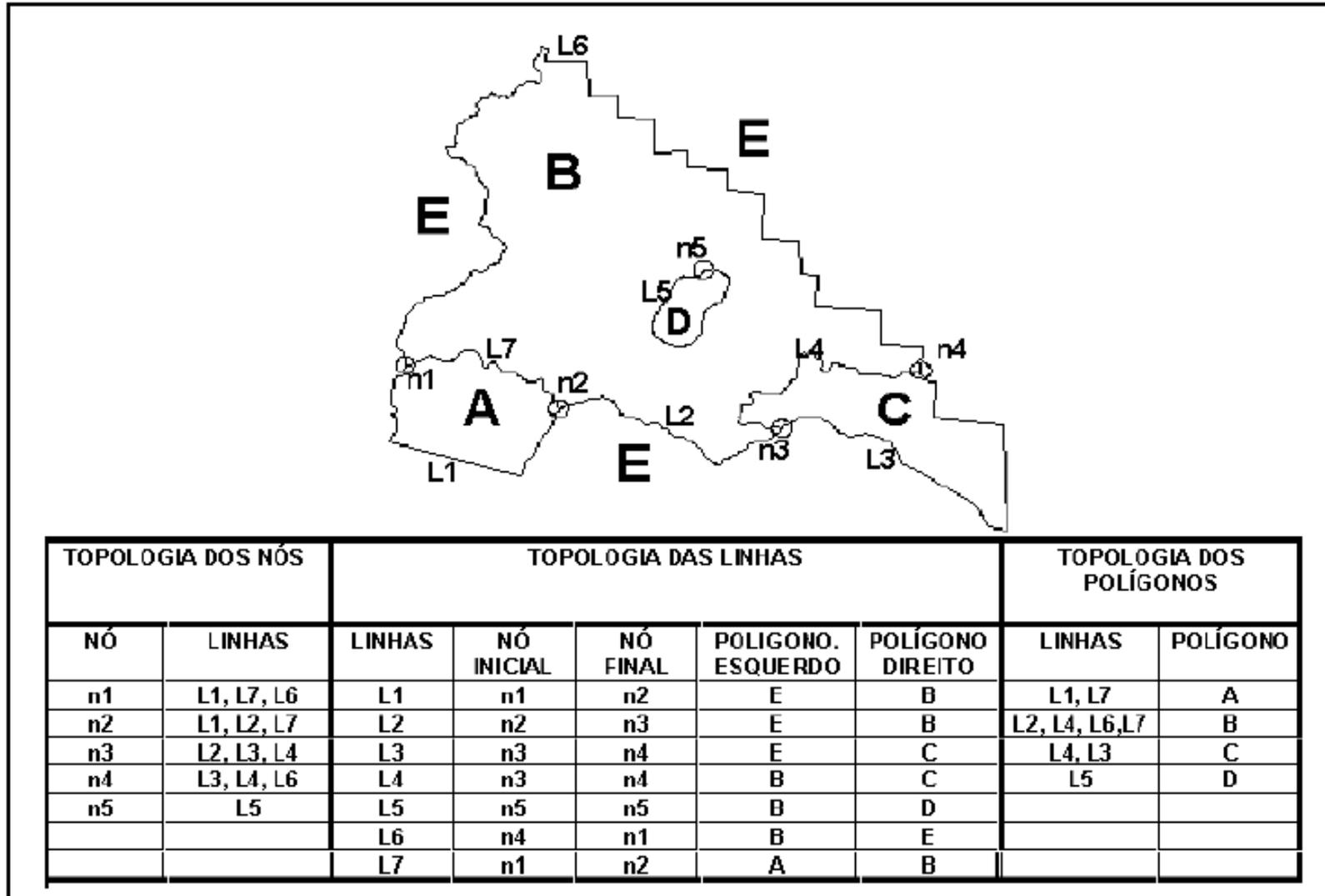
Polígono A: i, ii, iii, iv, v, vi
Ponto B: xi
Linha C: vii, viii, ix, x

Formato mais usual

- Arco-nó-polígono

Armazenagem

- Arco/nó/polígono – com topologia



Topologia

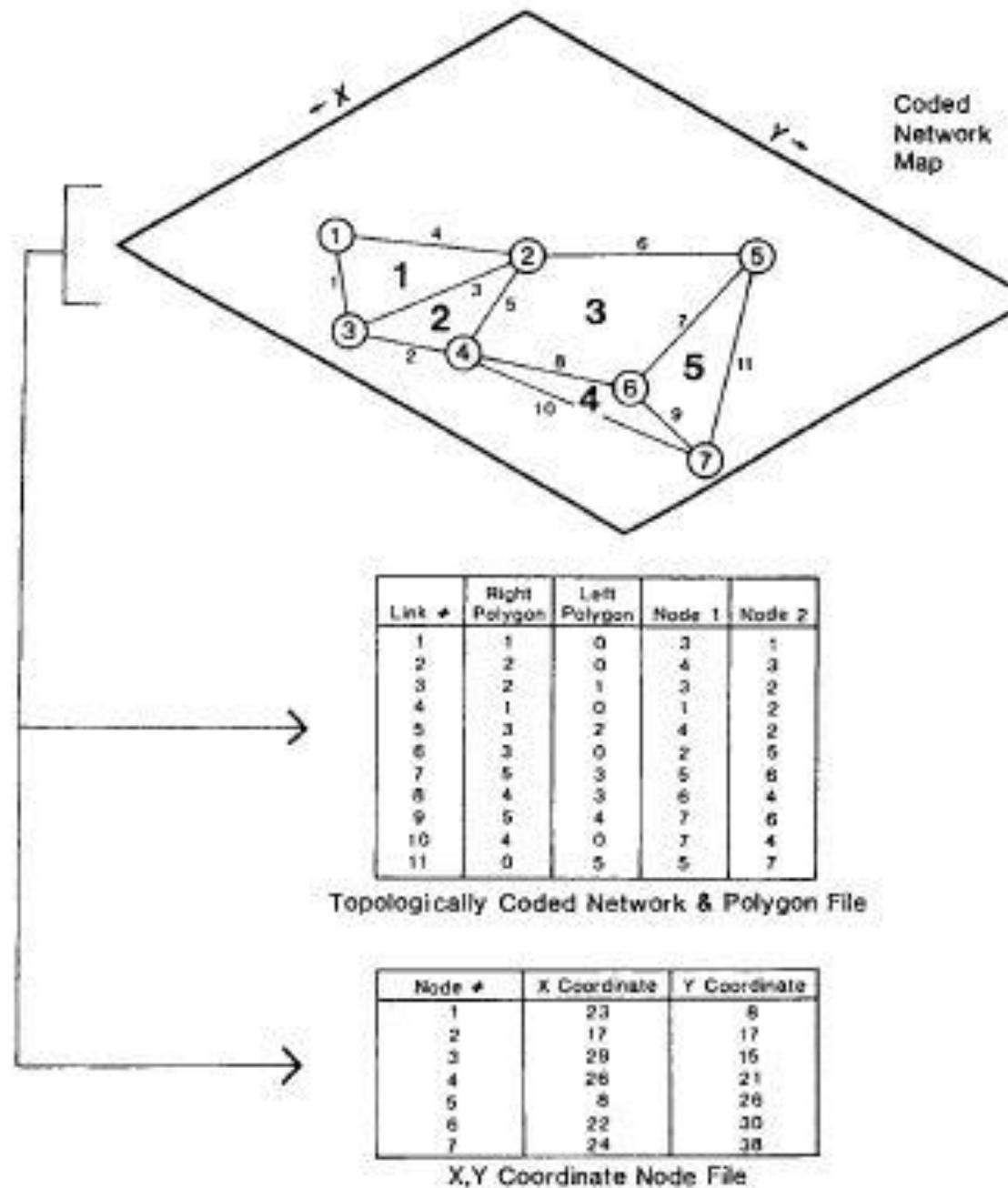


FIG. 5.5. The Topological data model (from Dangermond 1982).

Dado geoespacial: **VETORIAL**

1. Hierarquia (ponto, ponto 2D, ponto 3D...)
2. Estrutura de armazenagem em meio digital
3. Propriedades cartográficas
 - Posição x Referencial Cartográfico
 - Dimensões x Referencial cartográfico
 - Escala

Dado geoespacial: **VETORIAL**

Propriedades cartográficas

- Posição x Referencial Cartográfico

As coordenadas de ponto no espaço cartográfico dependem do referencial cartográfico (RC).

A troca do RC resulta na alteração das coordenadas do ponto.

A inserção de um ponto com coordenadas de um RC em outro RC resulta no deslocamento (indevido) do objeto no espaço cartográfico.

Coordenadas dos pontos no RC SAD69

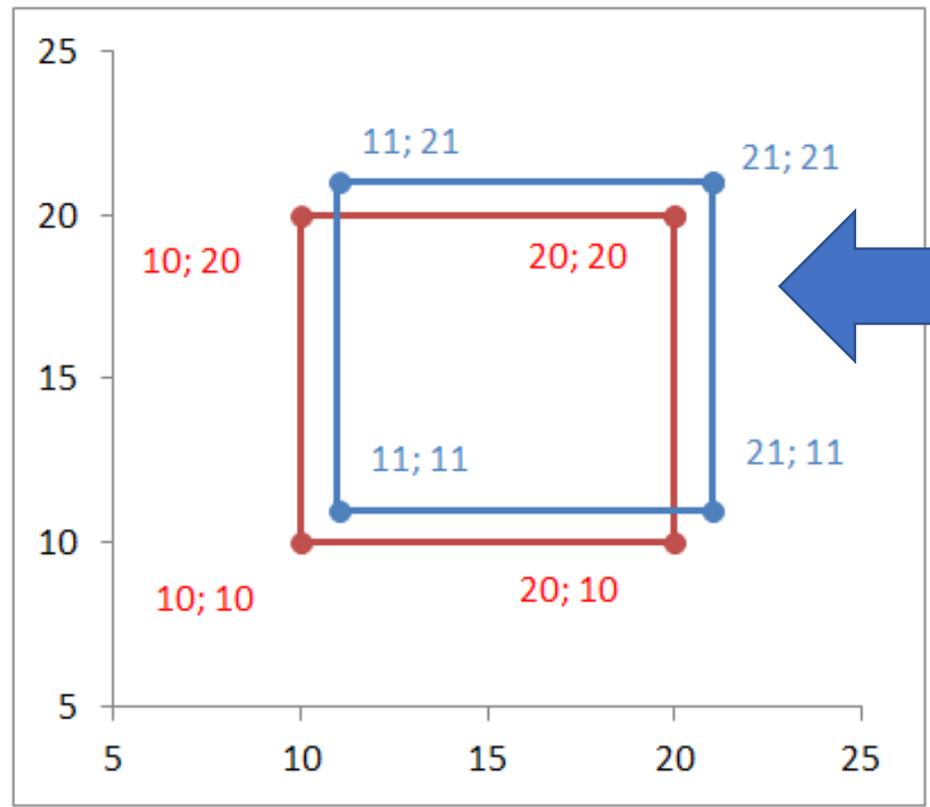
Polígono Axz (SAD69)

Coordenadas	
X	Y
20	20
10	20
10	10
20	10
20	20

Polígono Axz (C.A)

Coordenadas	
X	Y
21	21
11	21
11	11
21	11
21	21

Coordenadas dos pontos no RC Córrego Alegre



Inserção dos pontos com coordenadas em CA na base em SAD Os pontos deveriam estar sobrepostos

Esta mesma lógica é válida para os fusos UTM

Dado geoespacial: **VETORIAL**

Propriedades cartográficas

- Posição x Referencial Cartográfico

As coordenadas de ponto no espaço cartográfico dependem do referencial cartográfico (RC).

As dimensões medidas dependem do RC – os valores de rumos, azimutes, distâncias e áreas só são verdade para um dado RC

Distância AB em SAD = 1236,35m

Distância entre os mesmos pontos AB em CA = 1229,55m

Área do polígono A em SAD = 236.356,44m²

Área do mesmo polígono em CA = 237.111,78m²

Escala

- Referência
- P.78 a 113

Escala: dados vetoriais

- Três elementos definem a escala dos dados geoespaciais: **acurácia posicional, fonte dos dados e nível de generalização**. Os dois últimos se aplicam a dados vetoriais e devem estar em consonância com a escala definida pela análise da acurácia posicional.

Escala e acurácia posicional

- A **acurácia posicional** é o primeiro e principal item a ser analisado e segue orientações normativas. Seu valor é calculado a partir de um conjunto de pontos de controle e reflete a **estimativa de erro** de posicionamento (planimétrico e/ou altimétrico) associado aos dados.



Sem acurácia
Sem precisão



Com acurácia
Sem precisão

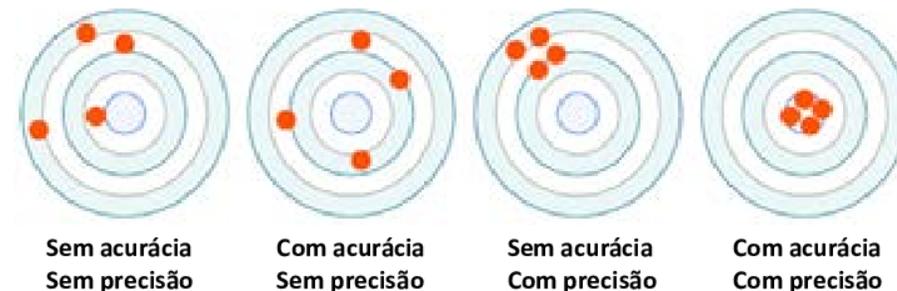


Sem acurácia
Com precisão



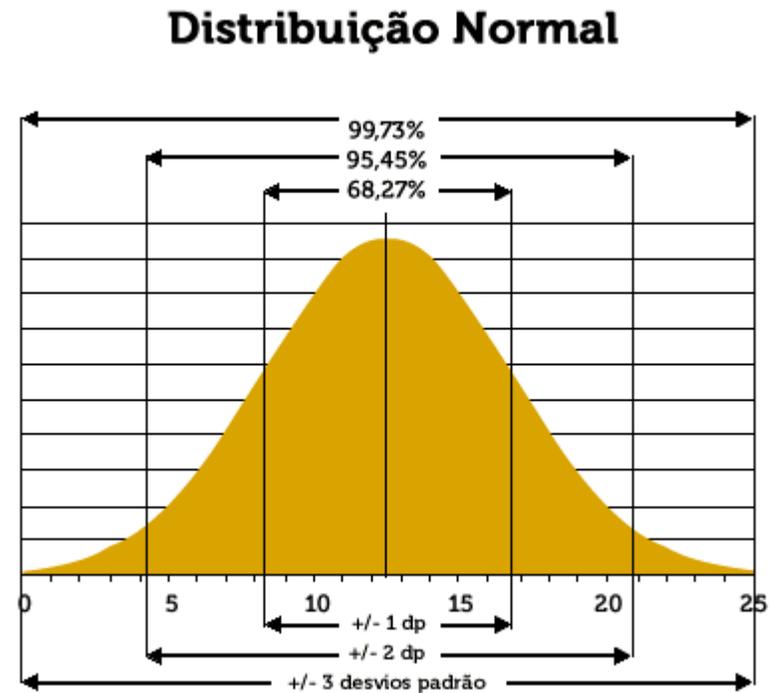
Com acurácia
Com precisão

Escala e **acurácia** posicional



- No Brasil, a **acurácia** posicional de uma base cartográfica é mensurada a partir do PEC (**Padrão de Exatidão Cartográfica**, conforme Decreto 89817/84) ou do PEC-PCD (ET-**A**DGV,2016) e, do EP (Erro Padrão).
- Segundo o Decreto 89817/84, o **PEC** é um **indicador estatístico** de dispersão, relativo a **90% de probabilidade** e correspondente a 1,6449 vezes o valor do **erro padrão** (EP).
- $PEC = 1,6449 * EP$
- EP > sinônimo dos termos: Desvio Padrão (DP) e Erro Médio Quadrático (EMQ).

- **90% de probabilidade** - 1,6449 vezes o valor do **erro padrão (EP)**
- Histograma
- Distribuição normal
- Distribuição normal dos erros



Escala e acurácia posicional

- EMQ ou EQM (Erro Quadrático Médio) é média dos quadrados dos erros medidos entre os valores observados e os de referência.
- Sendo a raiz quadrada do EMQ, em inglês, RMSE (*Root Mean Square Error*), o valor mais utilizado pelas normas internacionais (exemplo: *Federal Geographic Data Committee - FGDC* e *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing - ASPRS*) para inferir a acurácia posicional.

Como funciona?

- Calcula-se o EP e, de acordo com o valor observado, define-se a escala

Tabela 14 – Padrão de Exatidão Cartográfica da Planimetria dos Produtos

PEC ⁽¹⁾	PEC-PCD	1:1.000		1:2.000		1:5.000	
		PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
-	A ⁽²⁾	0,28	0,17	0,56	0,34	1,40	0,85
A	B ⁽¹⁾	0,50	0,30	1,00	0,60	2,50	1,50

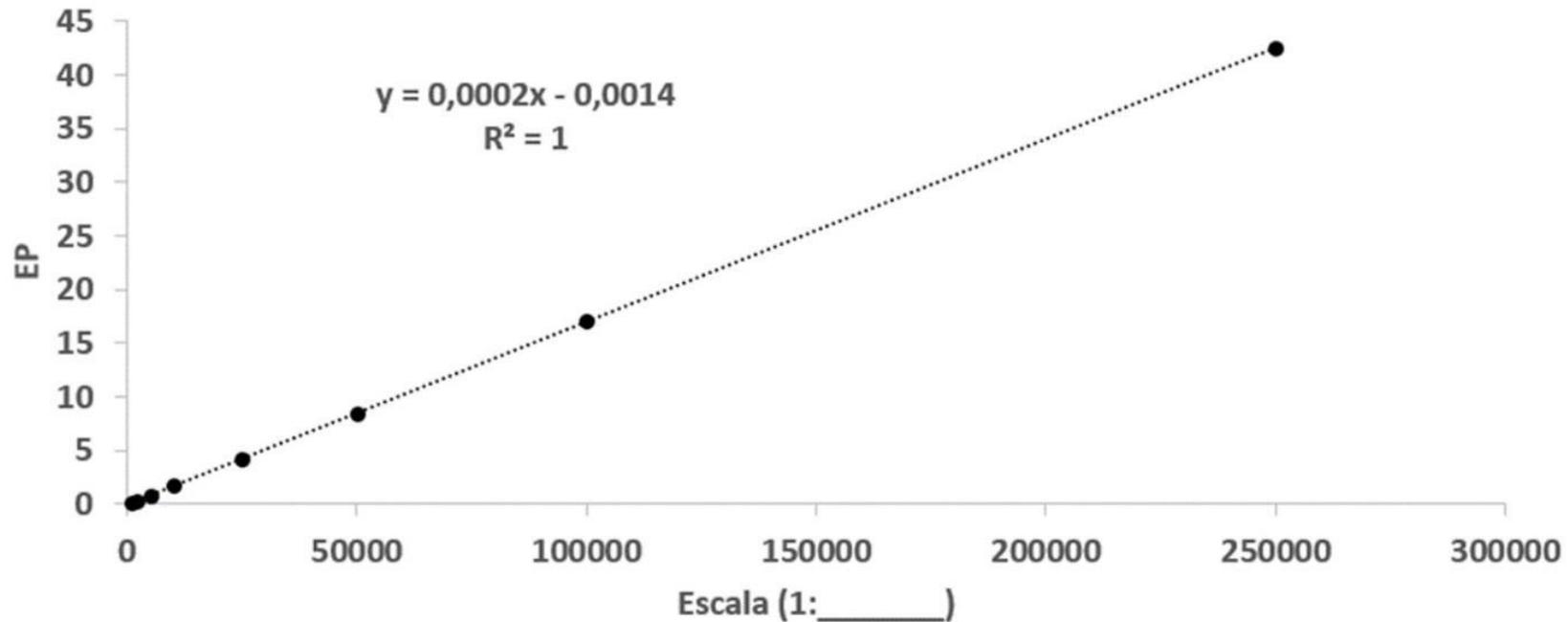
E os valores intermediários?

- $EP = 0,00017013 * DE - 0,0014$

Tabela 14 – Padrão de Exatidão Cartográfica da Planimetria dos Produtos

PEC ⁽¹⁾	PEC-PCD	1:1.000		1:2.000		1:5.000	
		PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
-	A ⁽²⁾	0,28	0,17	0,56	0,34	1,40	0,85
A	B ⁽¹⁾	0,50	0,30	1,00	0,60	2,50	1,50

ET-ADGV - Relação entre os valores de EP (Planimetria) e Escala



Determinação da escala de camadas de dados vetoriais

- A escala do dado vetorial depende do grau de **acurácia** posicional
- Este valor indica a qualidade posicional (horizontal e/ou vertical) mensurada em relação a outros pontos de referência, cujas localizações foram determinadas com precisão no mínimo **três vezes superior** à do dado geoespacial analisado. Isto posto, conclui-se que o processo de avaliação e determinação da escala requer a existência de **pontos de controle**.
- Politécnico

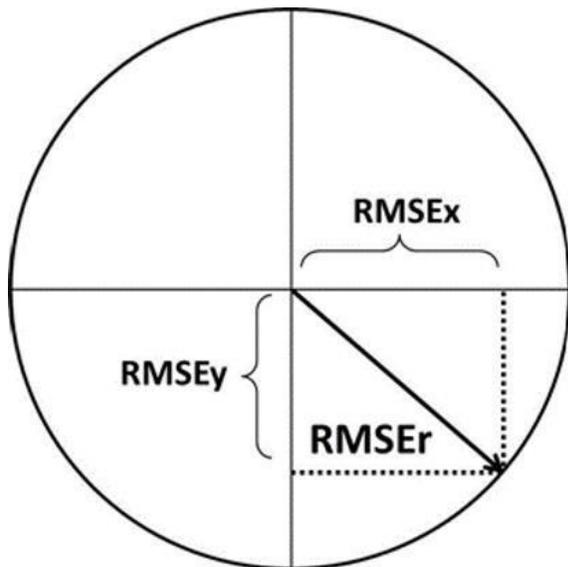
- **Seleção e Característica dos Pontos de Controle**

- ET-CQDG (DSG, 2016) > mínimo de 20 pontos de controle para avaliação da acurácia posicional em áreas menores do que 500km².
- de fácil localização, fácil capacidade de retorno e verificação de sua posição a partir de equipamentos precisos, localizados em áreas de baixo interesse de uso, minimizando a necessidade de remoção ou impossibilidade de acesso.
- devem possuir precisão no mínimo três vezes superior ao do produto que se pretende avaliar.

- devem ser preferencialmente bem distribuídos por toda a área de interesse.
- Pelo menos 20% dos pontos deverão estar localizados em cada um dos quadrantes da área mapeada
- devem estar afastados com intervalos iguais a pelo menos 10% da extensão diagonal da camada/área de interesse.

RMSE

- O RMSEr utilizado na determinação da acurácia planimétrica corresponde à distância horizontal radial do erro, uma vez que agrega os valores medidos ao longo dos eixos x e y.
- RMSEr correspondente ao EMQH (DSG/ET-CQDG, 2016)



RMSE

	Pontos da base a ser testada (t)		Pontos de referência (r)		RMSE _x	RMSE _y
	Coord. X _t	Coord. Y _t	Coord. X _r	Coord. Y _r	$(X_t - X_r)^2$	$(Y_t - Y_r)^2$
Ponto 1	X _{t1}	Y _{t1}	X _{r1}	Y _{r1}	$(X_{t1} - X_{r1})^2$	$(Y_{t1} - Y_{r1})^2$
Ponto
Ponto n	X _{tn}	Y _{tn}	X _{rn}	Y _{rn}	$(X_{tn} - X_{rn})^2$	$(Y_{tn} - Y_{rn})^2$

	$\sqrt{(\Sigma / n)}$	
--	-----------------------	--

RMSE_r = $\sqrt{((RMSE_x)^2 + ((RMSE_y)^2)}$

- Tipologia e modelos de dados (Dados matriciais: estrutura de dados matriciais; Dados vetoriais: estrutura de dados vetoriais; Normas brasileiras e internacionais - ET-EDGV);
- **Escala** (dados analógicos; dados vetoriais e dados matriciais; Acurácia posicional vertical e horizontal - ET-CQDG);

Prática

- Cálculo da escala
- Apresentação do software
- Importação de dados
- Exportação
- Transformação - reprojeção

Atribuindo um RC

QGIS

ARCGIS

Spatial reference

Semana 9

Criação e edição de dados vetoriais

Embasamento teórico

Criação de uma base cartográfica vetorial

- Etapas:
 - 1. Definição da finalidade (nível)
 - Dados padronizados (ET-EDGV) x dados sem padrão (particular)
 - 2. Definição das fontes de dados
 - Imagens orbitais, sub-orbitais, campo...
 - 3. Definição das camadas e estrutura de dados
 - Padrão ET-ADGV e ET-EDGV

NÍVEIS PARA AQUISIÇÃO DE FEIÇÕES

- De acordo com a finalidade do projeto, as feições poderão ser adquiridas em níveis. Dessa forma, uma base adquirida em um nível inicial poderá ser complementada conforme a necessidade.
- Nível Básico – apropriado à aquisição das geometrias das instâncias das classes de objetos geoespaciais, compatível com cada escala. Corresponde, na data da publicação da 1ª Edição desta norma, ao que usualmente é praticado pelos produtores da iniciativa privada;
- Nível Intermediário 1 - nível correspondente à geração de bases cartográficas com todas as geometrias das instâncias das classes de objetos geoespaciais estruturadas segundo as categorias e classes de objetos da ET-EDGV-DefesaFT. Não serão preenchidos os atributos, a não ser aqueles que equivalem aos topônimos identificadores de pontos notáveis;
- Nível Intermediário 2 - nível correspondente à geração de bases cartográficas conforme definido no Nível Intermediário 1, porém com todos os atributos obrigatórios previstos na ET-EDGV-DefesaFT preenchidos. A obtenção deste nível na sua integralidade dependerá da realização de trabalhos que envolvam cadastros diversos, tais como imobiliário, de logradouros, entre outros trabalhos investigativos (reambulação detalhada). Este nível é o necessário para gerar produtos cartográficos em formato matricial (cartas topográficas em pequenas e grandes escalas) e para os dados geoespaciais serem considerados como de referência;
- Nível Avançado - nível correspondente à geração de bases cartográficas com observância integral da ET-EDGV-DefesaFT, inclusive dos atributos não obrigatórios.

- Quando uma nova camada de dados vetoriais é criada, pode-se optar por:
 - Uma estrutura:
 - Particular
 - Características próprias como: quantidade e tipologia dos atributos (informações sobre o dados), tamanho mínimo de área mapeável (dimensão da menor feição), etc.
 - Padronizada
 - Seguindo um MODELO de dados no qual atributos, escala e outros padrões encontram-se previamente definidos, possibilitando uma interoperabilidade de dados

Estrutura Particular

- Dados com características adequadas às necessidades do projeto
 - Exemplo: em um estudo sobre alterações no uso da terra, para vetorizar uma área de interesse, pode se criar uma camada de vegetação:
 - na qual são armazenados somente as informações sobre se a mesma é nativa ou exótica ou
 - É armazenada somente a área, sendo vetorizados todos os fragmentos de vegetação independente da área/dimensão dos mesmos ou
 - São armazenadas diferentes informações e, vetorizados somente polígonos com área superior a uma dimensão previamente estabelecida, contudo sem seguir um padrão pré-estabelecido

Estrutura Padrão

- Dados obedecem uma estrutura predefinida que exige o atendimento a diferentes critérios e permite a **interoperabilidade**
 - Exemplo: em um estudo sobre alterações no uso da terra, para vetorizar uma área de interesse, pode se criar uma camada de vegetação:
 - na qual são armazenados atributos predefinidos
 - atributos geométricos são padronizados: área, perímetro, formato (linha, ponto, polígono)...
 - a dimensão das feições possui relação com a escala

O **padrão** de dados geoespaciais vetoriais no Brasil, para escalas maiores que 1:250.000 foi definido pela DSG - ET-EDGV e ET-ADGV.

ET-EDGV – visão geral

- A estrutura para a **MND** é subdividida em três partes: **estrutura de dados vetoriais**, **estrutura de dados matriciais** e **estrutura de metadados**.
- Destina-se **aos produtores**, desenvolvedores de SIG e **usuários** finais de dados geoespaciais.
- **Aos produtores e desenvolvedores de bases cartográficas, recomenda-se complementar a leitura deste capítulo com o estudo prévio do padrão OMT-G e documentação referente a técnica de modelagem UML1 2.0.**
- **O dado geoespacial **modelado** recebe o nome de classe de objetos.**

Modelo de dados

- ***“Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em banco de dados”*** e ainda
- *“.... é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações do banco de dados”*.

Como se deu o processo:

- A estrutura de dados geoespaciais vetoriais foi modelada com técnica de orientação a objetos. ... O **processo de abstração dos objetos e fenômenos geográficos** foi realizado com base na **análise da fisiografia do espaço geográfico brasileiro**, percebido a partir da escala de 1:25.000 e menores.
- A técnica de modelagem conceitual utilizada nesta especificação foi a OMT-G.
- **Os Diagramas de Classe (DC)** descrevem a estrutura e as correspondentes **Relações de Classes de Objetos**, com seus atributos organizados por categoria de informação.

2.2. Categorias de Informação

Na modelagem conceitual dos dados geoespaciais, as ocorrências (instâncias) são representadas por classes de objetos de mesma natureza e funcionalidade. Estas classes foram agrupadas em *categorias de informação*, cuja premissa básica para este agrupamento é o aspecto funcional comum.

No quadro a seguir estão definidas de forma genérica as categorias de informação que constam do Anexo A:

Seção do Anexo A	Categoria	Definição
Seção 1	Hidrografia	Categoria que representa o conjunto das águas interiores e oceânicas da superfície terrestre, bem como elementos, naturais ou artificiais, emersos ou submersos, contidos nesse ambiente.
Seção 2	Relevo	Categoria que representa a forma da superfície da Terra e do fundo das águas tratando, também, os materiais expostos, com exceção da cobertura vegetal.
Seção 3	Vegetação	Categoria que representa, em caráter geral, os diversos tipos de vegetação natural e cultivada.
	Sistema de	Categoria que agrupa o conjunto de sistemas destinados ao transporte e

Como funciona?

- Visão da ET-EDGV

fisiografia do espaço geográfico

Lago



Instâncias/
feições

Córregos



agrupados em

Classe de objetos

exemplos

.....

Massa d'água

Trecho de
drenagem

agrupados em

Categoria de Informação

Hidrografia

exemplo

Classe de objetos

Código	Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
1.07	Trecho_Drenagem	Corresponde a um corpo d'água, cuja geometria do tipo linha representa o fluxo d'água, permanente ou temporário, contido ou coincidente com um trecho de massa d'água capturado como linha, em função da escala de aquisição.				—	
	Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
1.07.1	nome	Alfanumérico	80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	-	NULO
1.07.2	geometriaAproximada	Booleano	-	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Sim	-	NÃO NULO
					Não	-	
1.07.3	coincideComDentroDe	Alfanumérico	25	Indica em qual objeto o trecho de drenagem é coincidente ou está contido.	Represa/açude	-	NÃO NULO
					Laguna	-	
					Rio	-	
					Canal	-	
					Vala	-	
					Queda d'água	-	
					Corredeira	-	
					Barragem	-	
					Eclusa	-	
					Terreno sujeito a inundação	-	
					Foz marítima	-	
Não aplicável	-						
1.07.4	dentroDePoligono	Booleano	13	Indica se o trecho de drenagem ocorre dentro de um objeto (identificado no campo coincideComDentroDe), cuja geometria é do tipo polígono.	Sim	-	NÃO NULO
					Não		
1.07.5	compartilhado	Booleano	-	Indica se o trecho de drenagem é compartilhado por dois trechos de massa d'água. Mantêm-se os valores de atributos do trecho afluente.	Sim	-	NÃO NULO
					Não		

- Na ET-EDGV foram apresentadas definições, conceitos e a modelagem conceitual e lógica da estrutura dos dados geoespaciais compatíveis com a escala de representação até a escala 1:25.000.
- Até a versão (2.1.3) não estava contemplado a estrutura para dados de mapeamento topográfico em grandes escalas e geoinformações temáticas.

ET-ADGV – visão geral

- Define
- **(1)** as regras para a construção do atributo “geometria” da (ET-EDGV), bem como dos atributos essenciais os
- **(3)** regras para metadados.
- **(2)** padrões de: acurácia da geometria

- Como e o que vetorizar?

ET-ADGV – visão geral

2.1 CRITÉRIO GERAL E EXCEÇÕES

As tabelas constantes neste capítulo definem quais objetos previstos na ET-EDGV devem ser adquiridos em função da escala de representação do produto final, sendo a dimensão destes objetos o critério preponderante nesta definição. No entanto as regras a seguir também devem ser consideradas na aquisição de qualquer objeto.

2.1.1 A RELEVÂNCIA DA INFORMAÇÃO

O interesse do usuário final, ou mesmo a importância relativa de um objeto para a região onde ele está localizado, são fatores determinantes na aquisição de uma feição geográfica. Assim, por exemplo, um posto de combustível é uma informação importantíssima para a região onde os mesmos são escassos, no entanto, sua importância é extremamente reduzida quando se trata de um grande centro urbano; outro exemplo é o de uma massa d'água cujas dimensões sejam inferiores às previstas para a aquisição, mas que é a única fonte de água disponível em uma determinada região.

Instância = feição

Regra geral para aquisição de dados vetoriais: Preferencialmente polígonos

Atualmente, a resolução espacial dos insumos utilizados (fotografias aéreas, imagens sensores orbitais, levantamentos de campo, etc.) normalmente possibilitam a aquisição da forma real dos objetos (utilização de polígonos). A aquisição excessivamente detalhada implica aumento do tempo gasto na produção e, possivelmente, no custo do produto final, mas se não ocorrer impedimento quanto a esses fatores, sugere-se que os objetos sejam adquiridos com sua forma real.

TABELAS DE FEIÇÕES A SEREM ADQUIRIDAS POR ESCALA DE REPRESENTAÇÃO

- Caso não seja possível adquirir na sua forma real, o objeto deve ser adquirido na forma de linha ou ponto. **Não sendo da forma real**, para ser adquirido como linha **bastara que uma de suas dimensões seja maior que 0,8mm**.
- **Classes de objetos** que não sejam feições não estão presentes nas tabelas, o mesmo pode ocorrer com as classes cujos objetos sejam o produto da agregação de outras, pois a ocorrência destas dependem da existência dos objetos agregados. No entanto, sempre que for conveniente ao melhor entendimento desta norma, elas serão explicitadas

- Visão da ET-ADGV

<i>CLASSE</i>	<i>1:25.000</i>	<i>1:50.000</i>	<i>1:100.000</i>	<i>1:250.000</i>
Bacia_Hidrográfica (1)	X	X	X	X
Curso_Dagua (2) (3)	X	X	X	X
Massa_Dagua ≥4 mm ²	X	X	X	X
Trecho_Massa_Dagua Largura ≥0.8 mm	X	X	X	X
Limite_Massa_Dagua	X	X	X	X
Trecho_Drenagem	X	X	X	X
Barragem largura >1 mm	X	X	X	X

(2) O curso d'água é um objeto formado pela agregação de trechos de drenagem e/ou trechos de massa d'água, portanto a sua existência esta condicionada a existência destes.

(3) Segundo a ET-RDG, não é representado, no produto final, o curso d'água cujo comprimento seja menor ou igual a 10 mm e que não possua entre os seus objetos agregados um trecho de massa d'água.

Classe	Descrição	Código	Primitiva geométrica				
Curso_Dagua	É uma corrente de água que flui e desemboca no oceano, num lago ou noutro curso d'água, etc. Conjunto de elementos agregados por nome envolvendo Trecho_Curso_Dagua.	1.02	C Agrega as geometrias de outras classes de objetos do(s) tipo(s) linha e/ou polígono.				
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	Fotografia	
nome	Alfanumérico	80	Nome completo da instância	A ser preenchido	-	NÃO NULO	-

Tabela 3: Vegetação

CLASSE	1:25.000	1:50.000	1:100.000	1:250.000
Veg_Area_Contato Área $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Veg_Cultivada Área $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Mangue Área $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Brejo_Pantano Área $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Veg_Restinga Área $\geq 25 \text{ mm}^2$ e Largura $\geq 0.8 \text{ mm}$	X	X	X	-
Campinarana Área $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Floresta Área $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Mecosa Chevassol Área $\geq 25 \text{ mm}^2$	v	v	v	v

Prática – semanas 10 e 11 – 06/05 e 13/05

- Criar base cartográfica vetorial MUB (Mapa Urbano Básico)
- Identificar as instâncias > classes de objetos
- Definir dimensões em função da escala

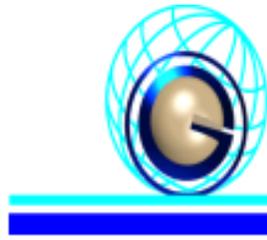
Consistência e Generalização

Consistência

Consistência lógica - página 140 – Livro Cartografia, geral, digital

- objetiva dar consistência aos dados e deve ser orientada pelos padrões definidos por normas nacionais como a ET-CQDG (DSG, 2016) e, internacionais, como a ISO 19115.
- De acordo com a ET-CQDG (DSG, 2016), a consistência lógica “*diz respeito ao cumprimento das regras lógicas da estrutura dos dados, dos atributos e das relações*” e, pode ser classificada através da avaliação das consistências conceitual, de domínio, de formato e topológica.

- **Consistência topológica – p. 141**
- **Adequação do desenho à escala (adequação quanto ao nível de generalização cartográfica empregado) - 144**



**MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



Generalização Cartográfica

Discente: Monyra Guttevill Cubas

Orientador: Prof. Dr. Tony Vinicius M. S.

Referência – cartografia geral, digital e temática

Generalização Cartográfica

“Processamento da informação cartográfica necessário à sua **utilização em escalas menores.**” Matos, 2001.

Em geral, o maior objetivo da generalização é **reduzir a complexidade** de base de dados e a **geometria dos objetos**, pressupondo uma visualização menos poluída do conteúdo geográfico, preservando as características e integridade dos dados geográficos, reduzindo o nível de detalhe na sua representação (ESRI, 1996).

Por que Generalizar?

Se um mapa é produzido a partir de uma base de dados em uma escala menor do que a pretendida, o mapa provavelmente não ficará legível.

Quem faz generalização cartográfica?

Ordnance Survey

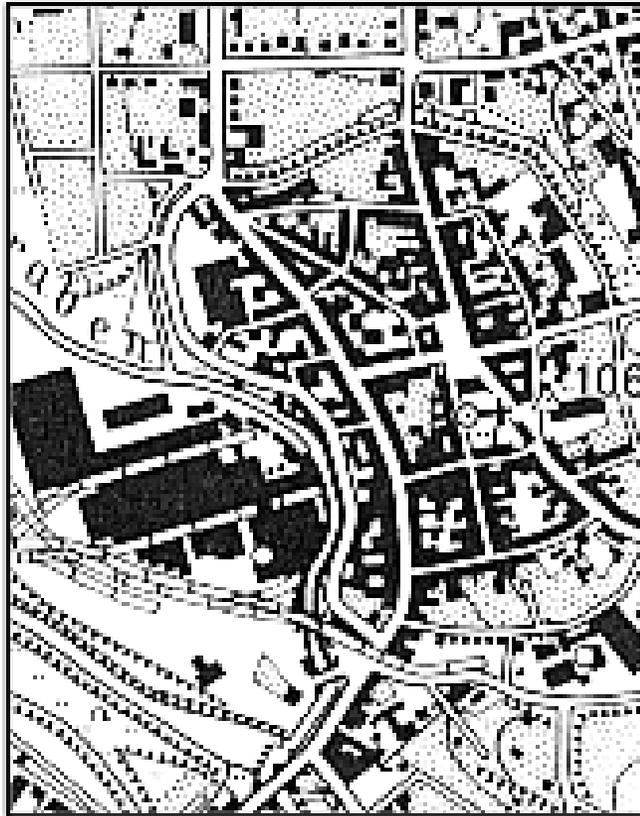
Schweizerische Gesellschaft für Kartografie

Institut Géographique National

Deutsche Gesellschaft für Kartographie

E se eu reduzir a escala sem generalizar?

1:25.000



Mapa 1:25.000
reduzido em 50%
sem generalização



Mapa 1:25.000
reduzido em 25%
sem generalização



Generalização de grande para pequena escala

Ampliação da área

Escala 1:10,000



1 cm = 100 metros

Escala 1:25,000



1 cm = 250 metros

Escala 1:50,000



1 cm = 500 metros

Escala 1:100,000



1 cm = 1 quilômetro

Escala 1:200,000



1 cm = 2 quilômetros

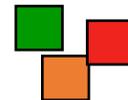
Escala 1:500,000



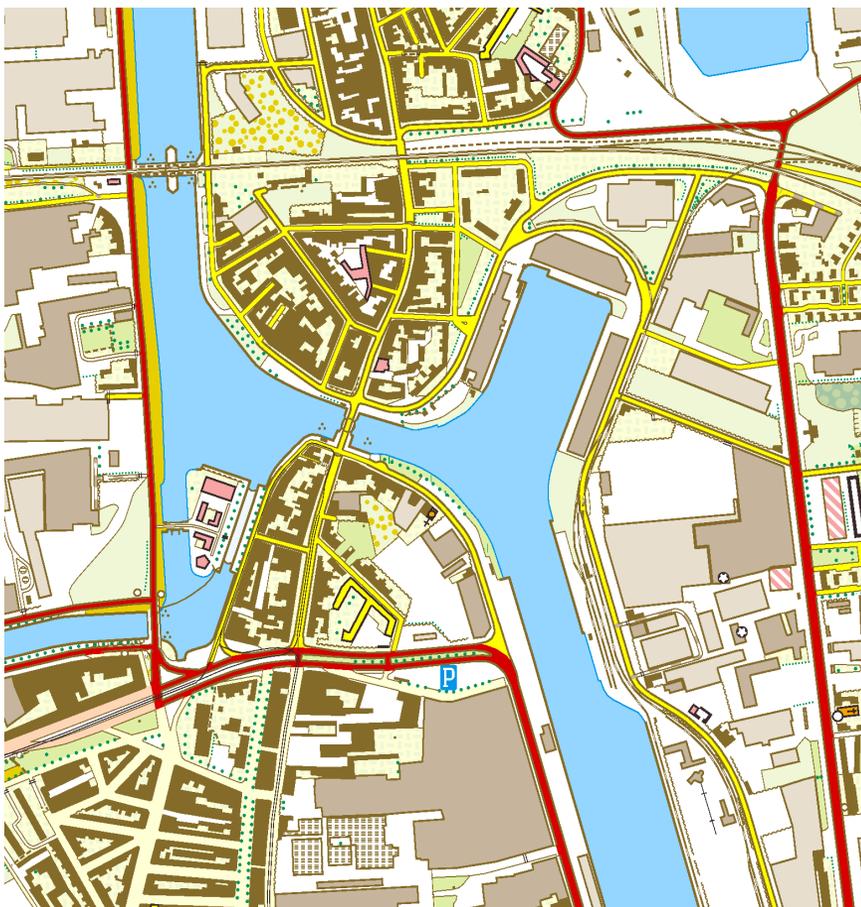
1 cm = 5 quilômetros

Redução de detalhes

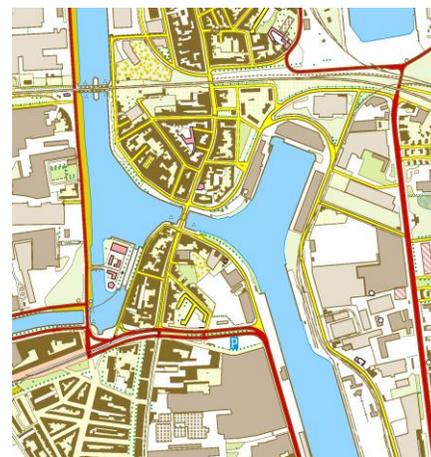
Dimensões mínimas absolutas de elementos gráficos (ponto, linha, área)

	0.05 mm	Linha preta
	0.08-0.1 mm	Linha colorida
	0.15 mm	Separação entre linhas
	0.25 mm	Separação entre linhas coloridas
	0.15 mm	Diâmetro do círculo
	0.3 x0.3 mm	Quadrado
	0.2 mm	Separação entre áreas
	4.0 mm ²	Dimensão de uma área colorida

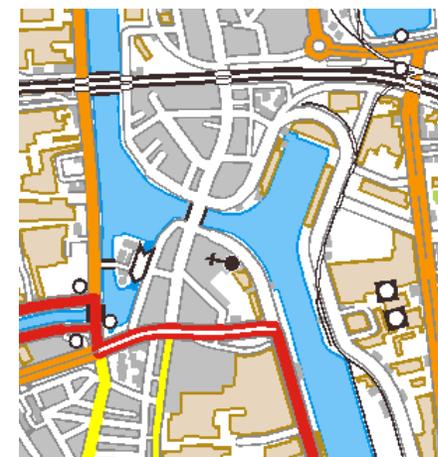
Com generalização!



Mapa topográfico
1:10 000



Resultado depois de
reduzir a escala



Mapa topográfico
1:50 000
depois de generalizar

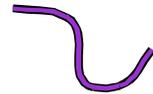
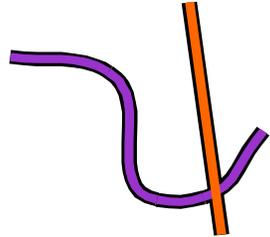
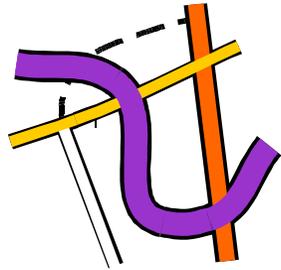
Generalização gráfica e conceitual

Generalização conceitual: seleção/omissão de categorias, (re)classificação, (re)simbolização ou aprimoramento de objetos.

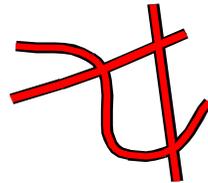
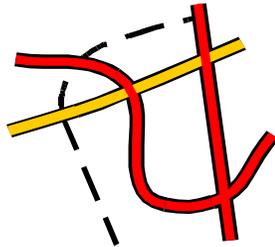
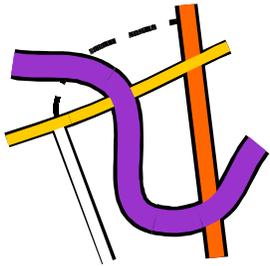
Afeta os atributos semânticos dos dados. A legenda do mapa também muda.

Generalização gráfica: simplificação, ampliação, deslocamento, ou combinação gráfica ou seleção de objetos.
Afeta a geometria dos objetos.

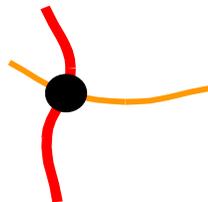
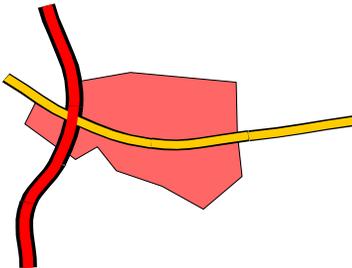
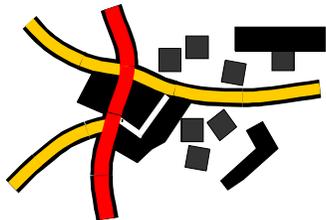
Generalização conceitual



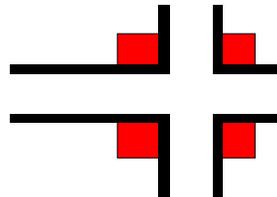
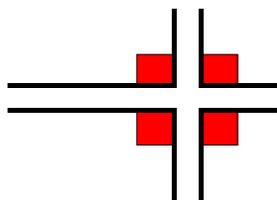
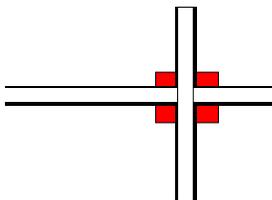
Seleção (omissão)
de categorias



Classificação

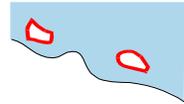
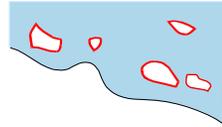
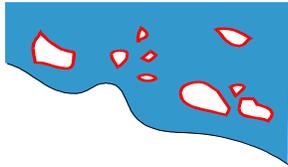


Simbolização

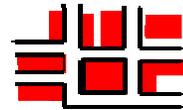
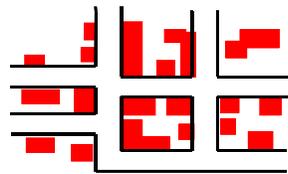


Aprimoramento
(ênfase)

Generalização gráfica



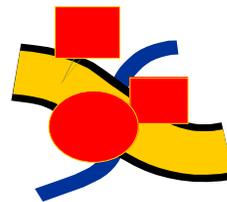
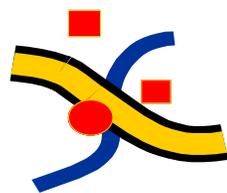
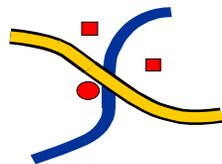
Seleção (omissão)



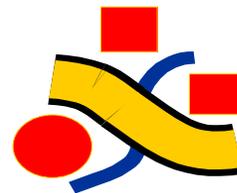
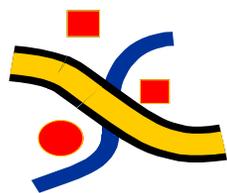
Fusão (combinação ou agregação)



Simplificação



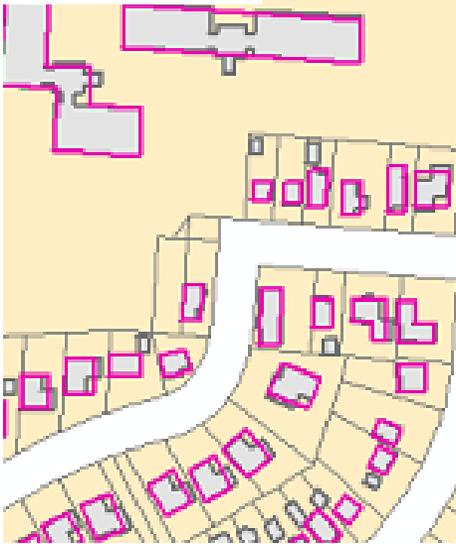
Ampliação (exagero)



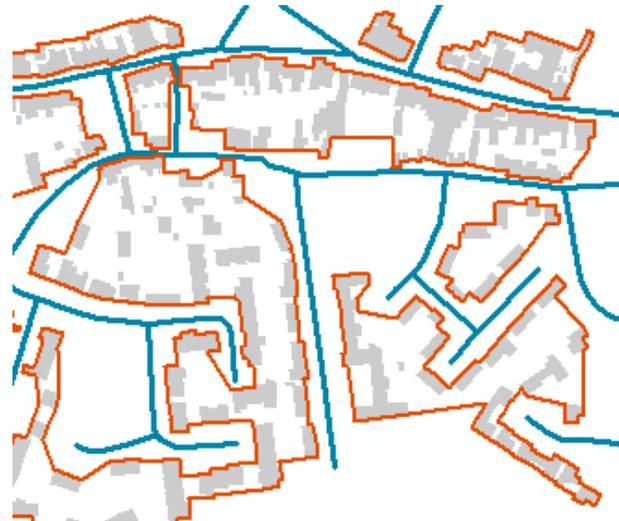
Deslocamento

Operadores de Generalização

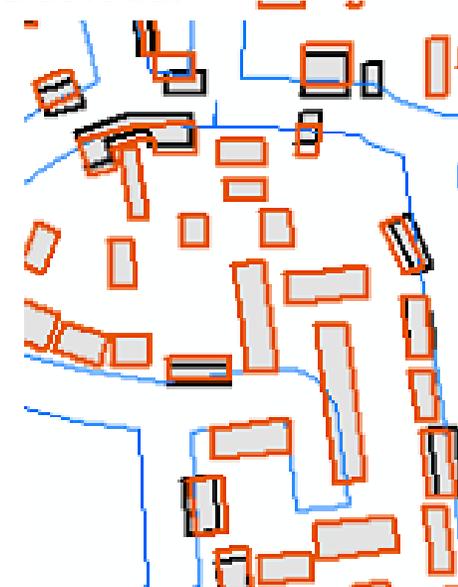
Simplificar



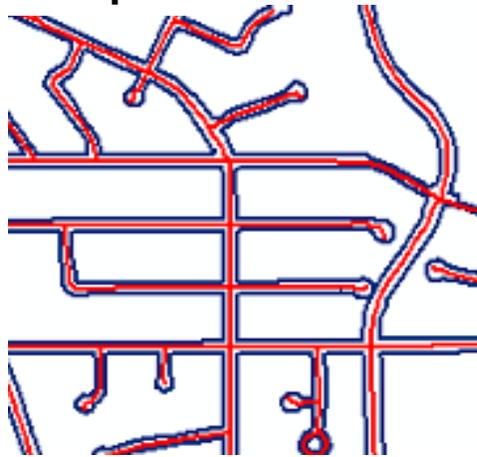
Agregar



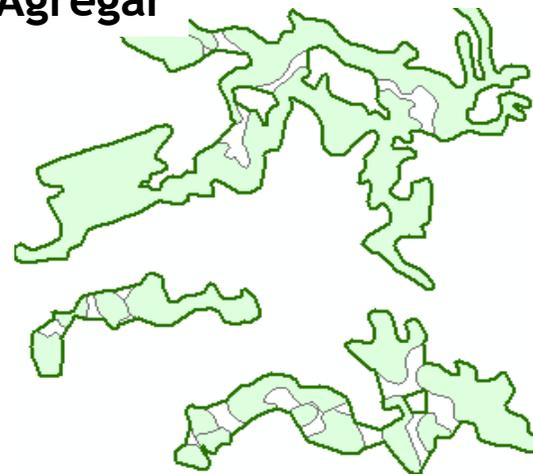
Deslocar



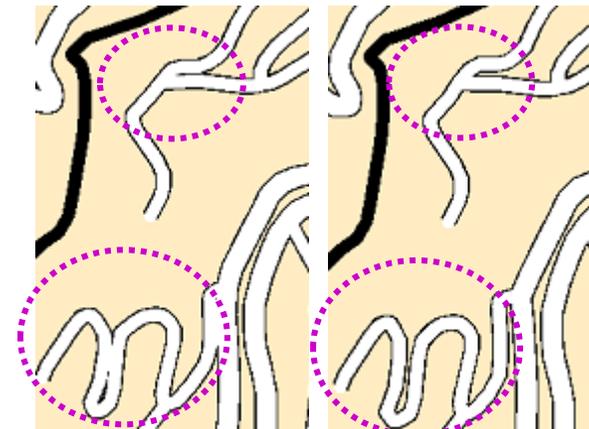
Colapsar



Agregar

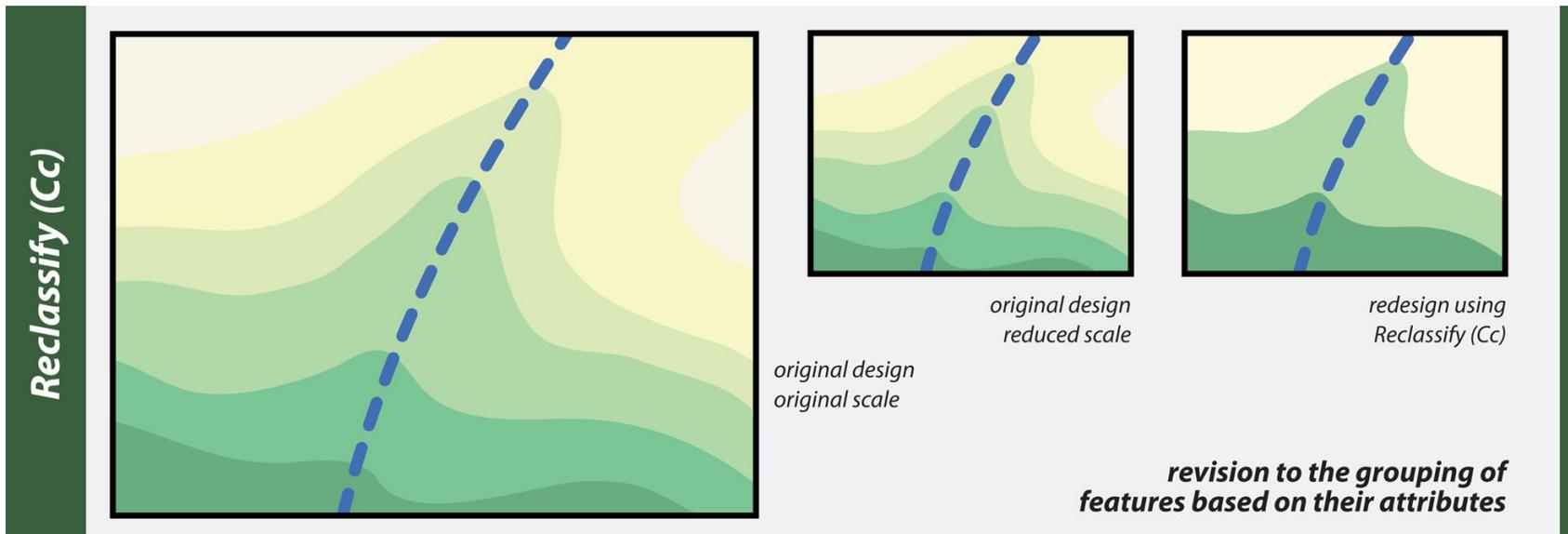


Deslocar



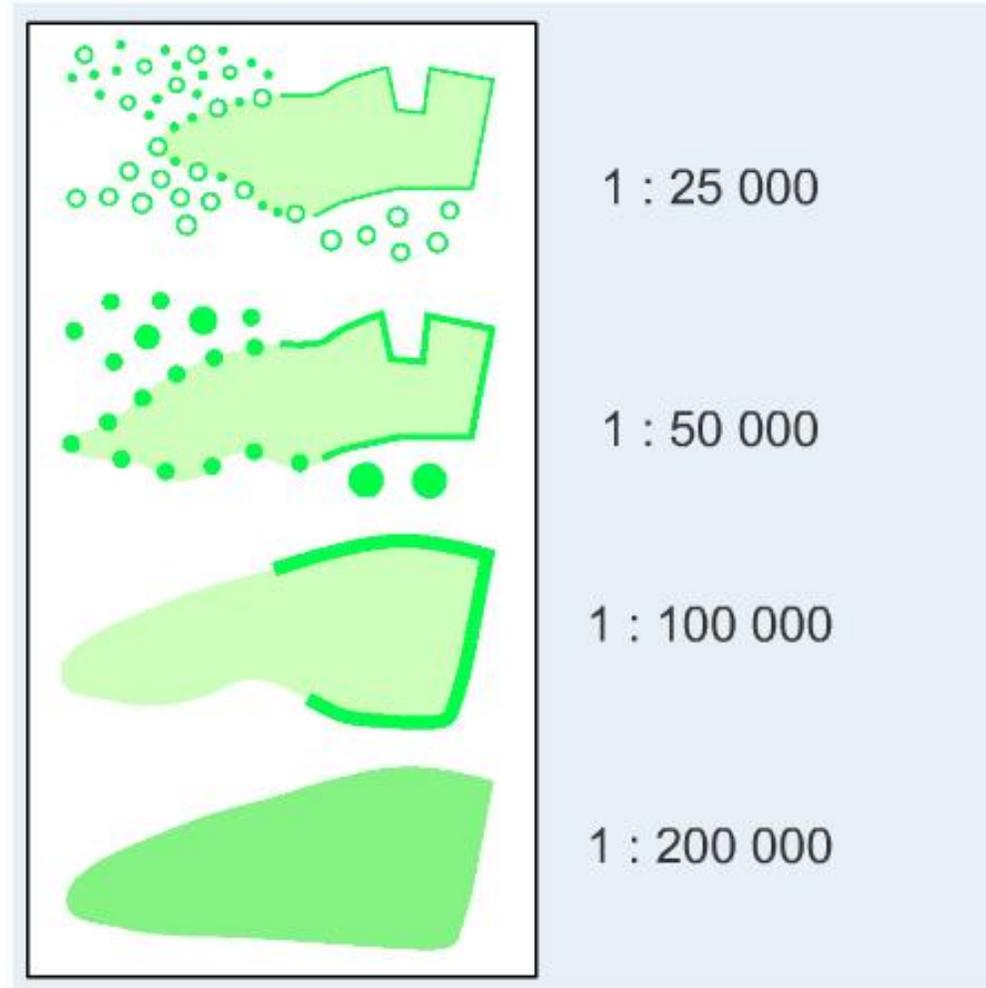
Generalização Cartográfica: Operadores

Classificação / Reclassificação: Esta transformação está relacionada com o agrupar de objetos (em grupos ou classes), que partilham características idênticas ou semelhantes, em categorias de entidades



Classificação /
Reclassificação

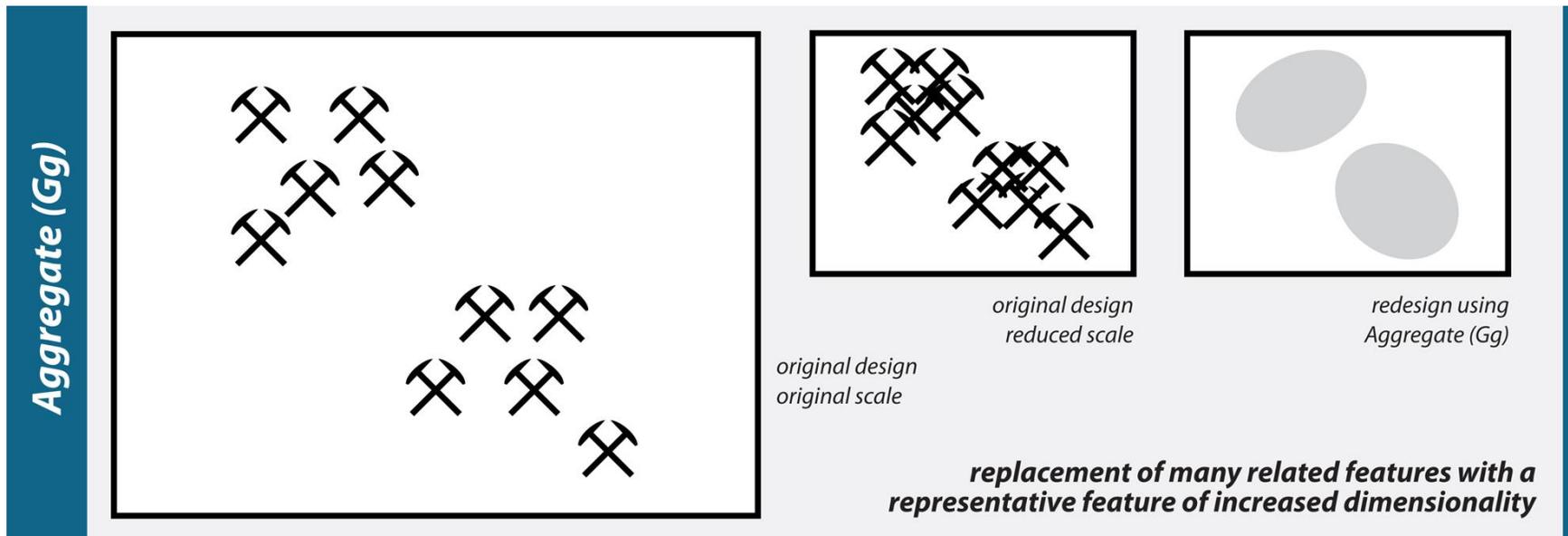
Generalização Cartográfica: Operadores



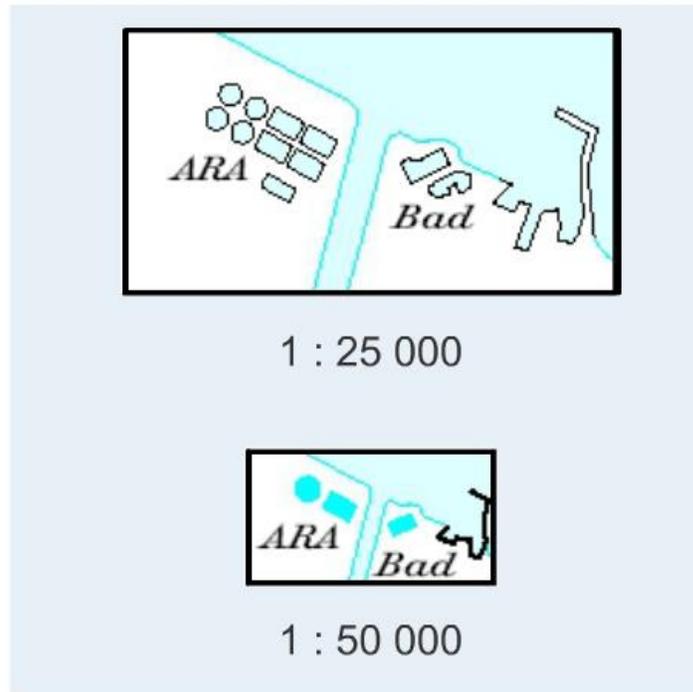
(Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 2002)

Generalização Cartográfica: Operadores

Agregação: substituição de um conjunto de características por uma outra característica distinta das originais mas que as engloba do ponto de vista conceitual.

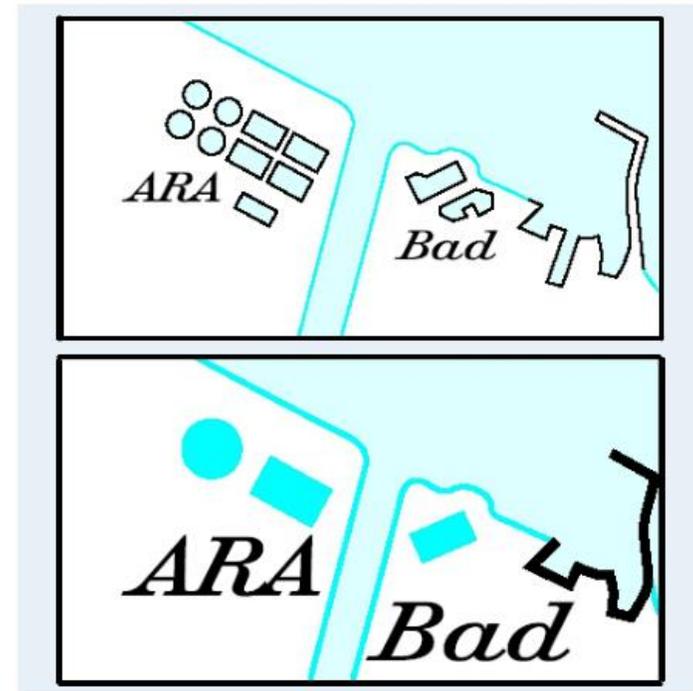


Generalização Cartográfica: Operadores



Source: IKA ETHZ according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 19

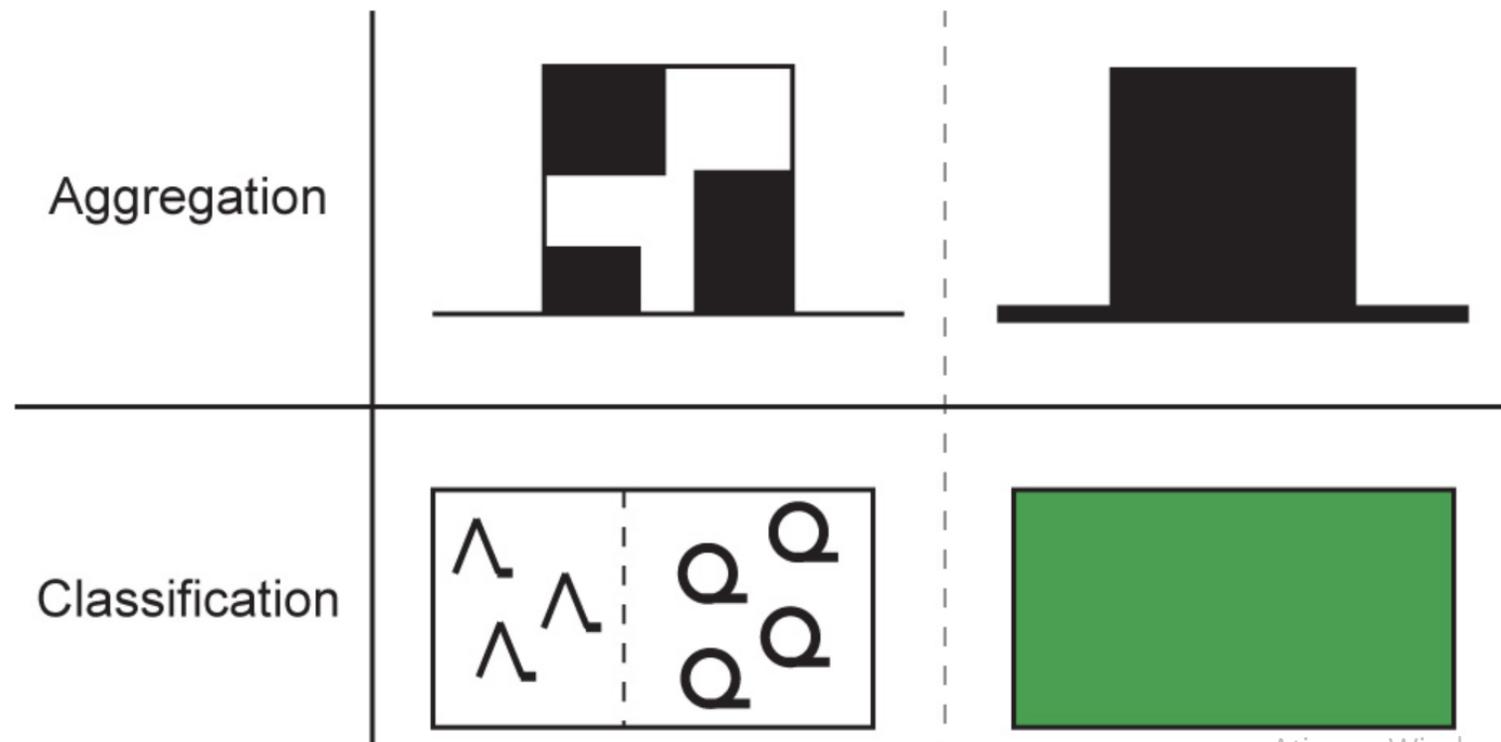
Agregação



Source: IKA ETHZ according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 1975)

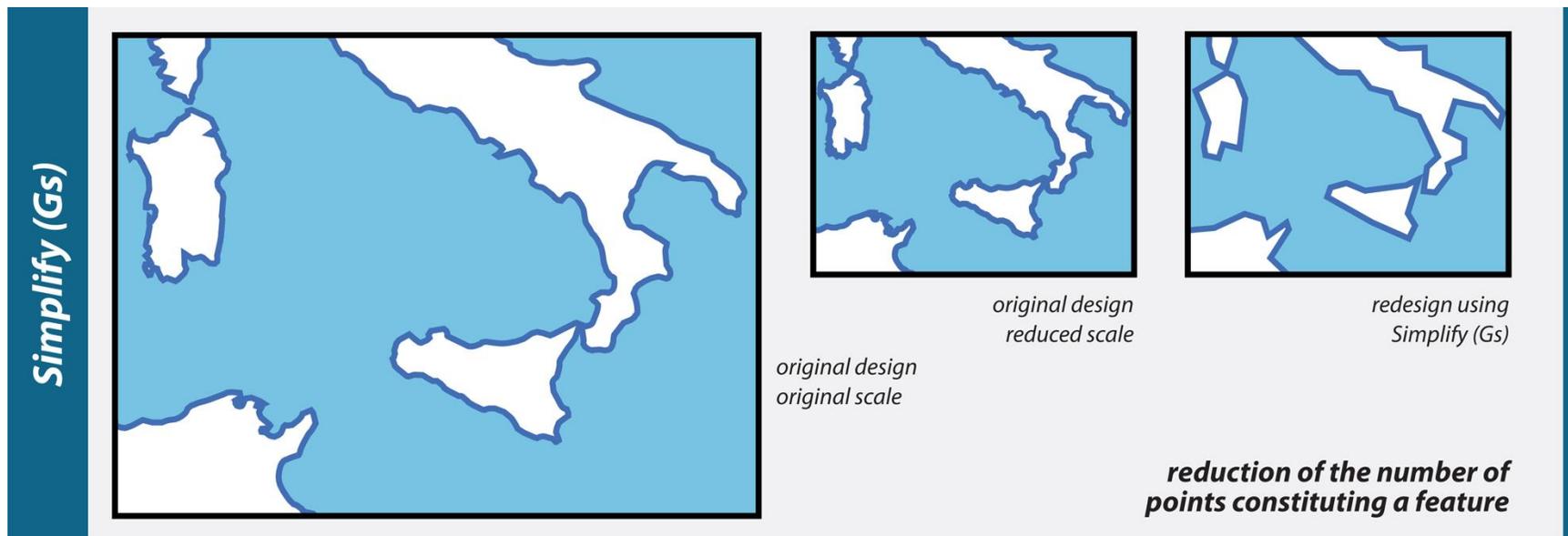
Generalização Cartográfica: Operadores

Qual a diferença entre agregar e (re) classificar?



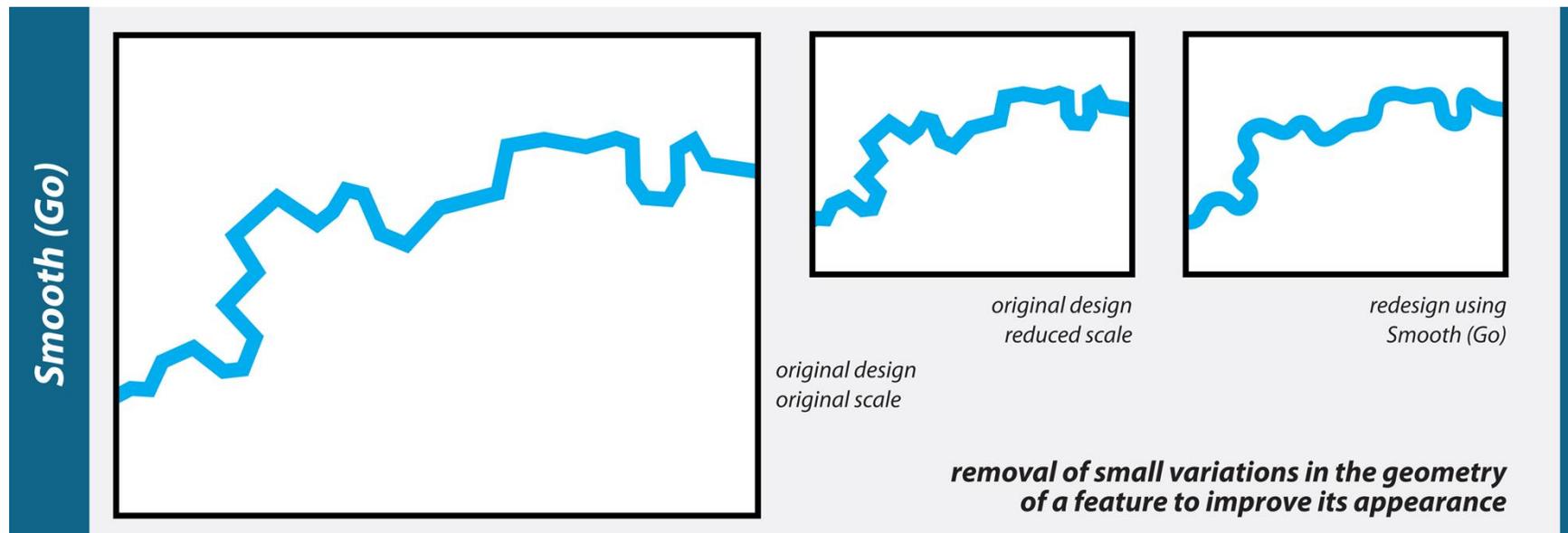
Generalização Cartográfica: Operadores

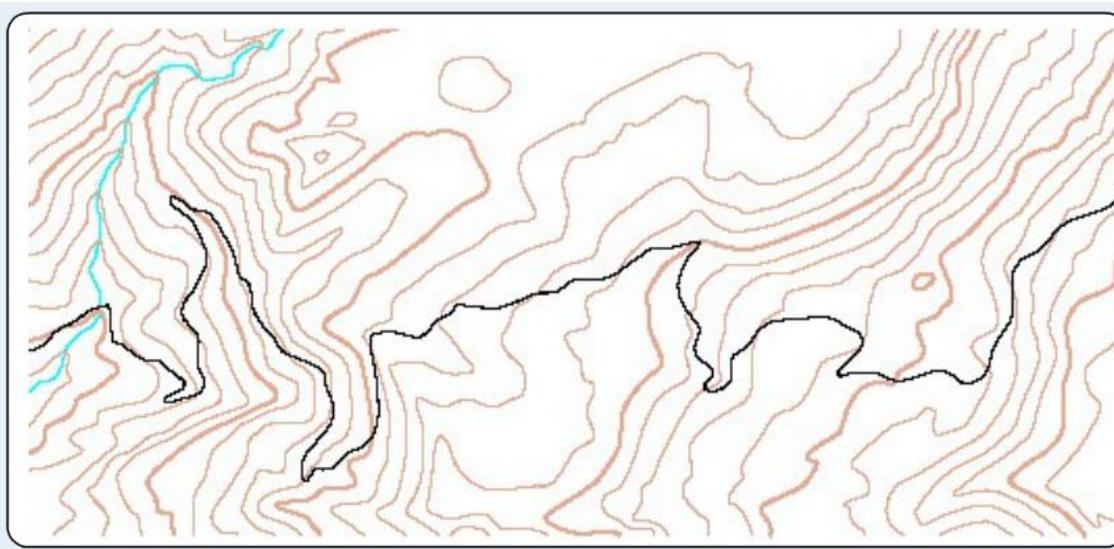
Simplificação: redução do número de vértices de uma linha, mantendo os vértices que segundo um dado critério são mais significativos.



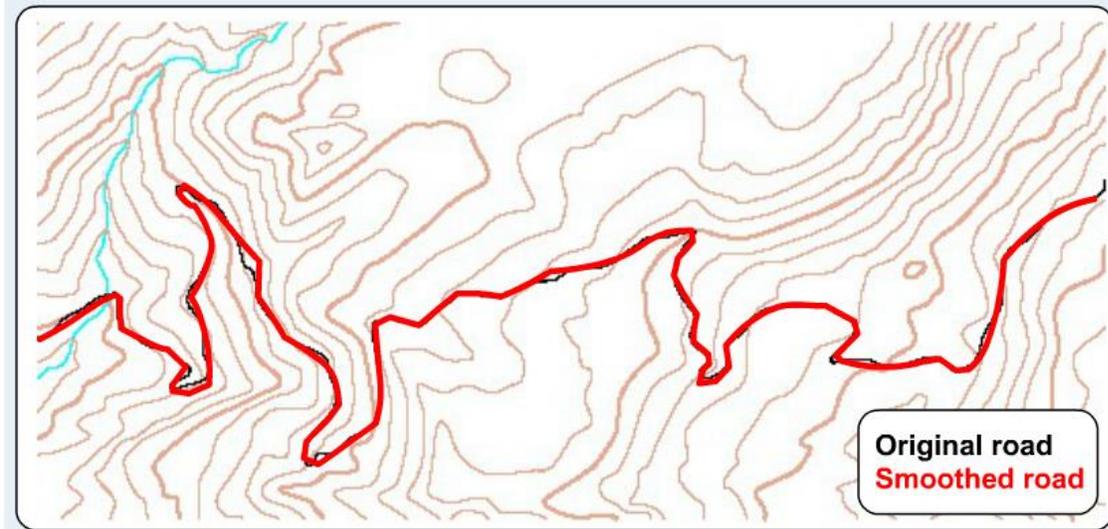
Generalização Cartográfica: Operadores

Suavização: os vértices são deslocados de forma a reduzir a angularidade dos objetos, garantindo uma representação esteticamente mais agradável. comumente utilizado após a simplificação.

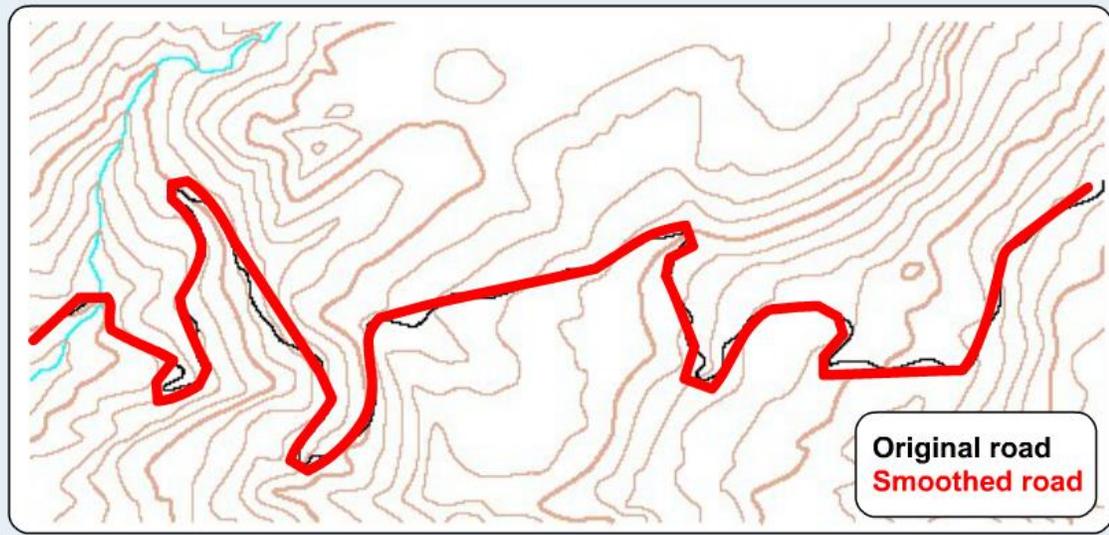




Sources: IKA ETHZ according to (Schweizerische Gesells



Sources: IKA ETHZ according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 2002)



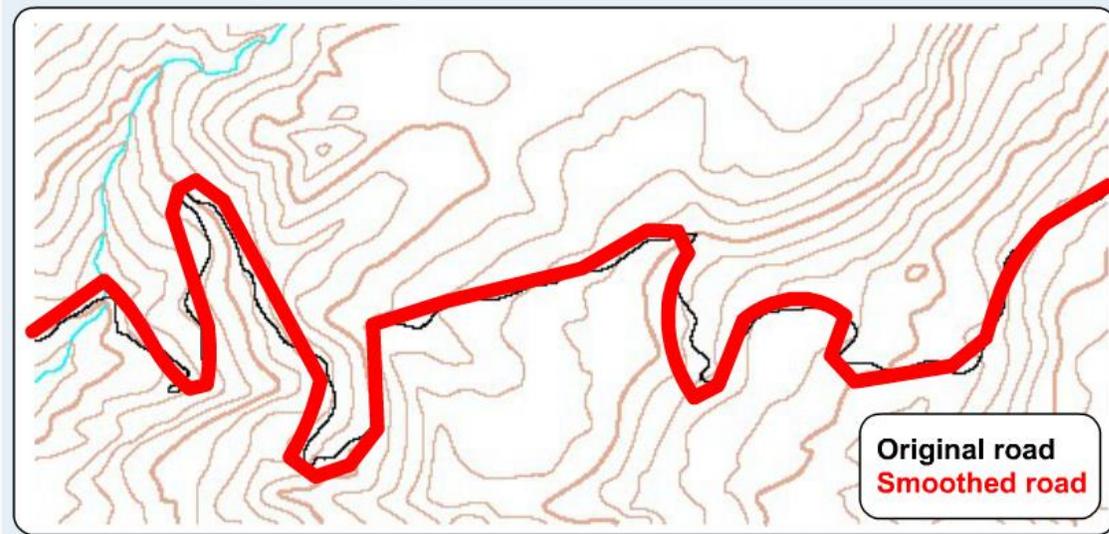
1:25 000

1:50 000

1:100 000

1:200 000

Sources: IKA ETHZ according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 2002)



1:25 000

1:50 000

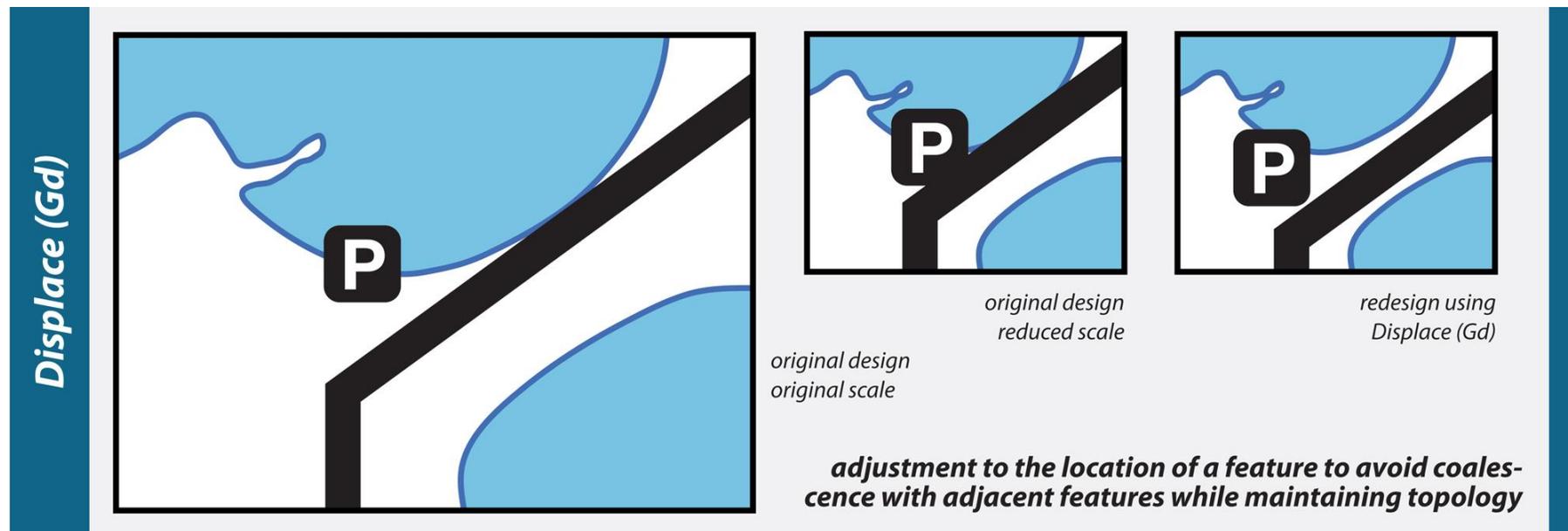
1:100 000

1:200 000

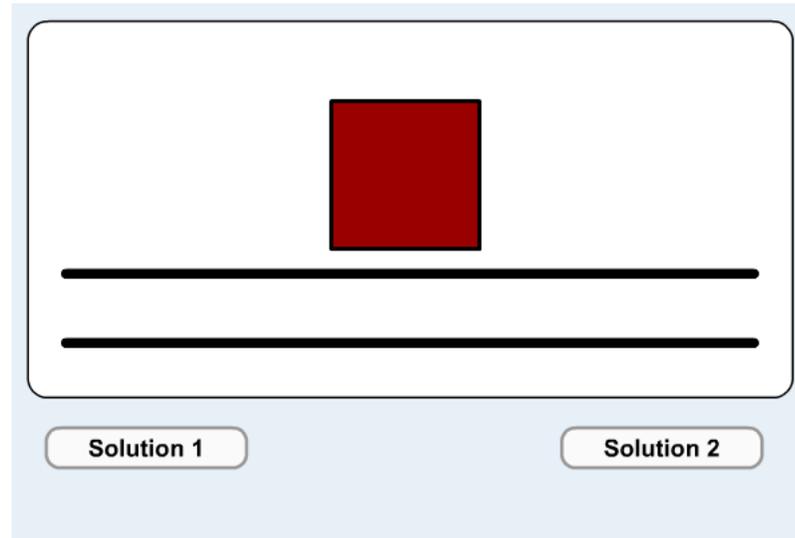
Sources: IKA ETHZ according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 2002)

Generalização Cartográfica: Operadores

Deslocamento: desloca elementos afim de evidenciar determinados detalhes.



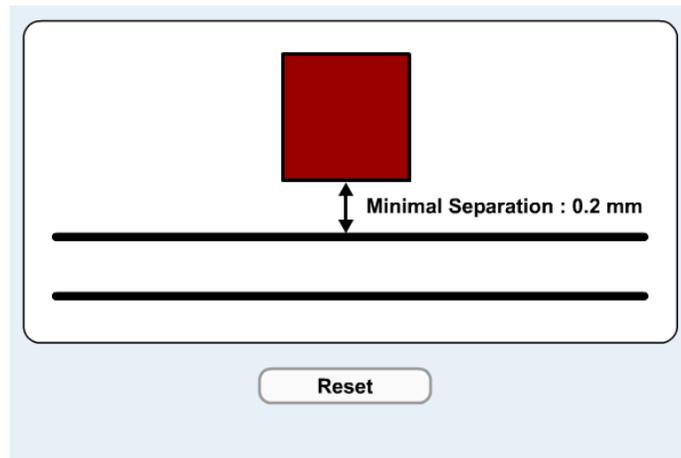
Generalização Cartográfica: Operadores



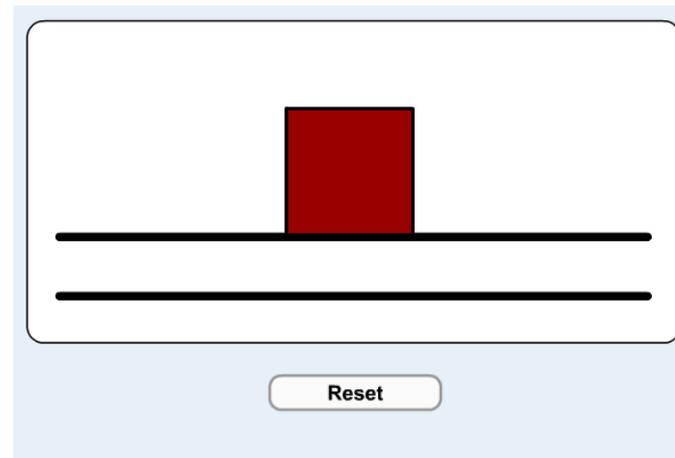
Nesse exemplo, a distância mínima (0.2 mm) entre a casa (red square) e a rua não é respeitada.

Essa separação deveria ser de no mínimo 0.2mm ou a casa deveria ser deslocada ou a casa deve ser deslocada para a estrada.

Source: IKA, according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 1975)



Source: IKA, according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 1975)

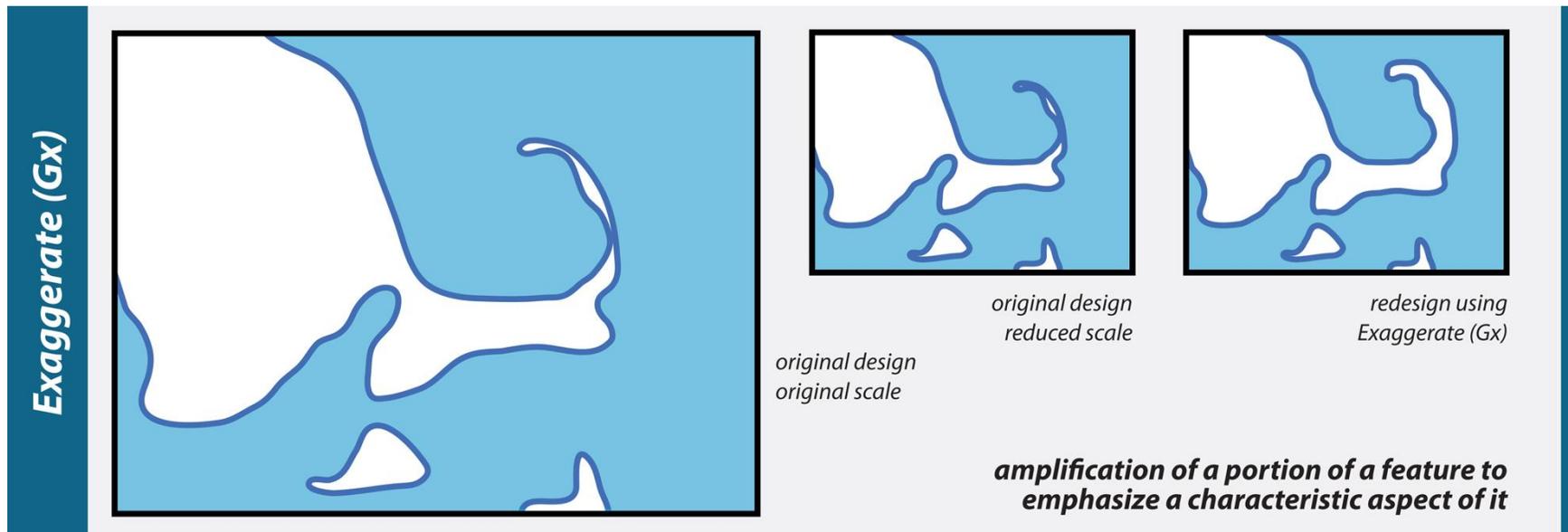


Source: IKA, according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 1975)

Fonte: GITTA

Generalização Cartográfica: Operadores

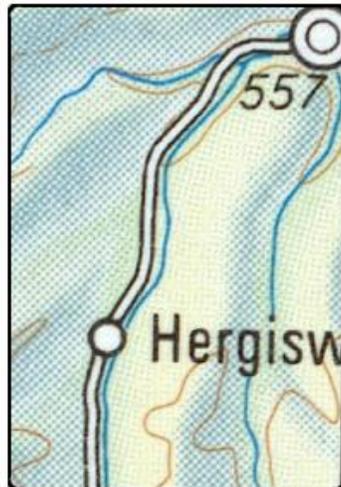
Exagero: Alteração na dimensão e forma de objetos para evidenciar suas características.



Generalização Cartográfica: Operadores



Map source: national map 1:100'000, reproduced with the permission of swisstopo (BA057224) ([swisstopo](#))



Map source: national map 1:100'000, reproduced with the permission of swisstopo (BA057224) ([swisstopo](#))

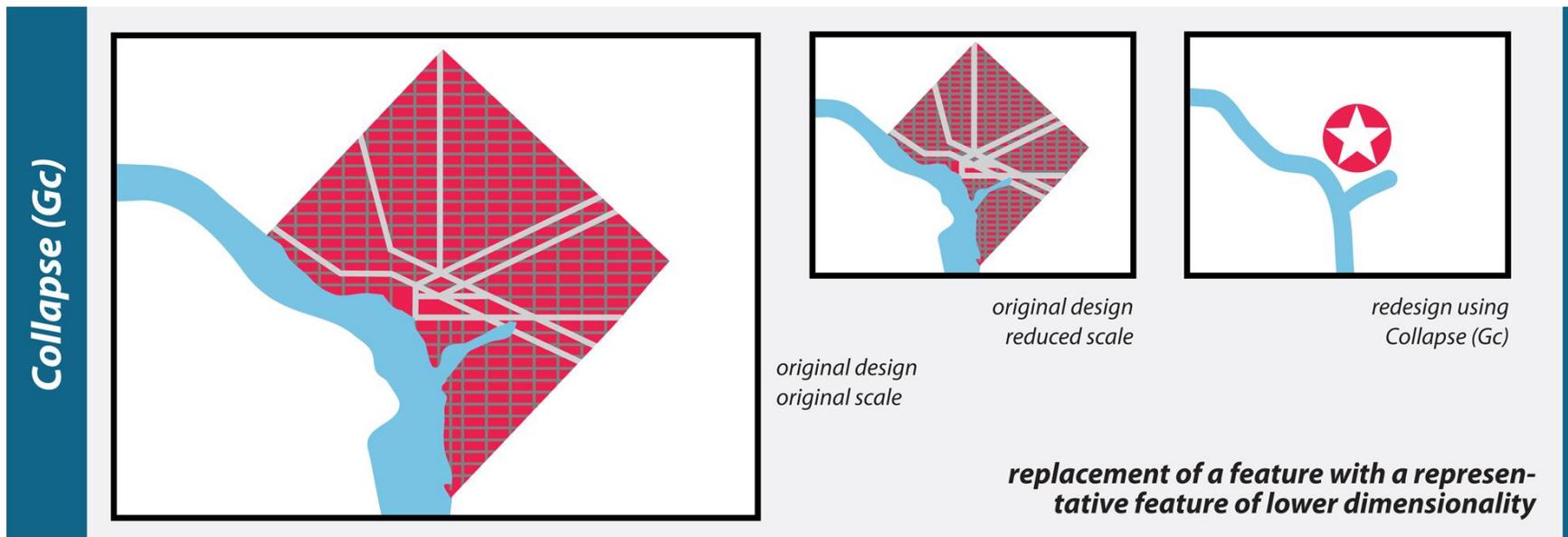
Uma via pública mostrada em um mapa analógico da Swisstopo na escala 1: 100.000 tem uma espessura de 0,5 mm.

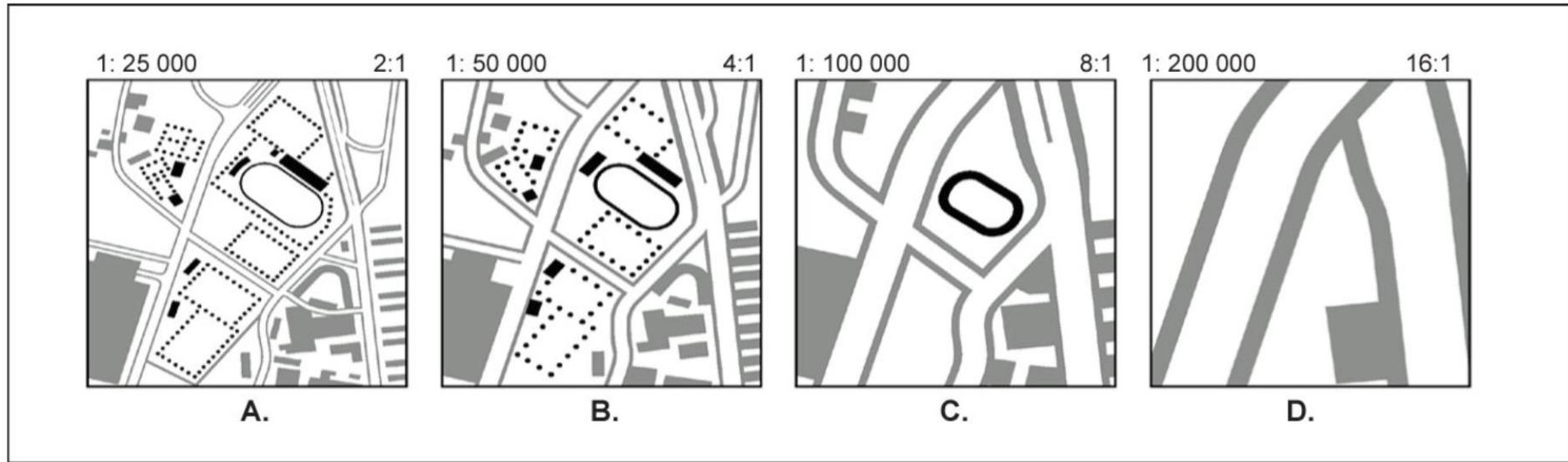
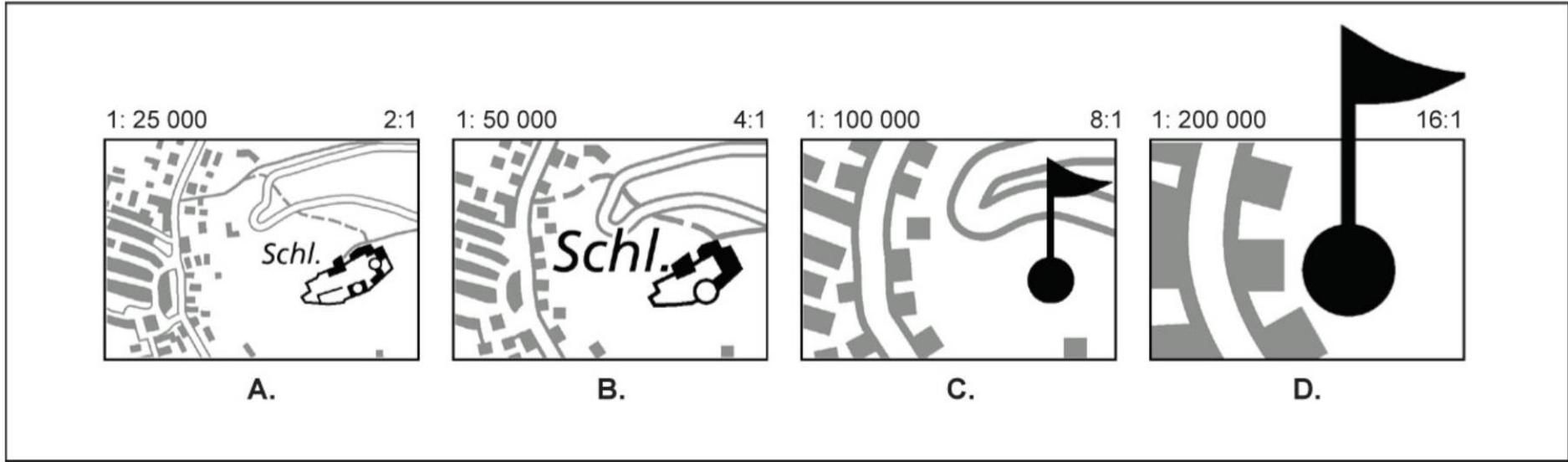
Esta estrada de 5 m de largura (no mundo real) deve ter uma escala proporcional de 0,005 mm.

Lembrete: a dimensão mínima de uma linha em papel branco é de 0,05 mm.

Generalização Cartográfica: Operadores

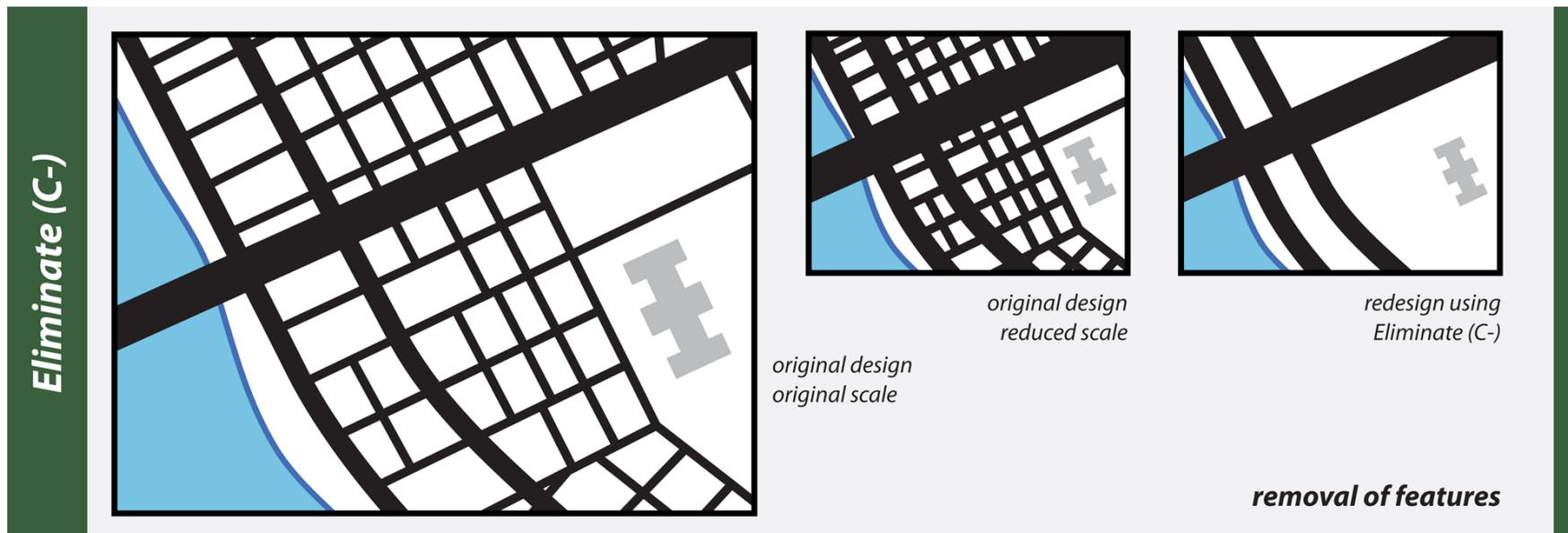
Colapso: Aplicado a uma feição isoladamente, resultando na transição da representação com simbologia do tipo polígono para linear ou pontual.





Generalização Cartográfica: Operadores

Eliminação: Quando um determinado objeto tem área inferior à área mínima mapeável (AMM) ele é eliminado do mapa final.



Generalização Cartográfica: Operadores

Amalgamação: componentes distintos de uma mesma característica geográfica são conjugadas na característica predominante.

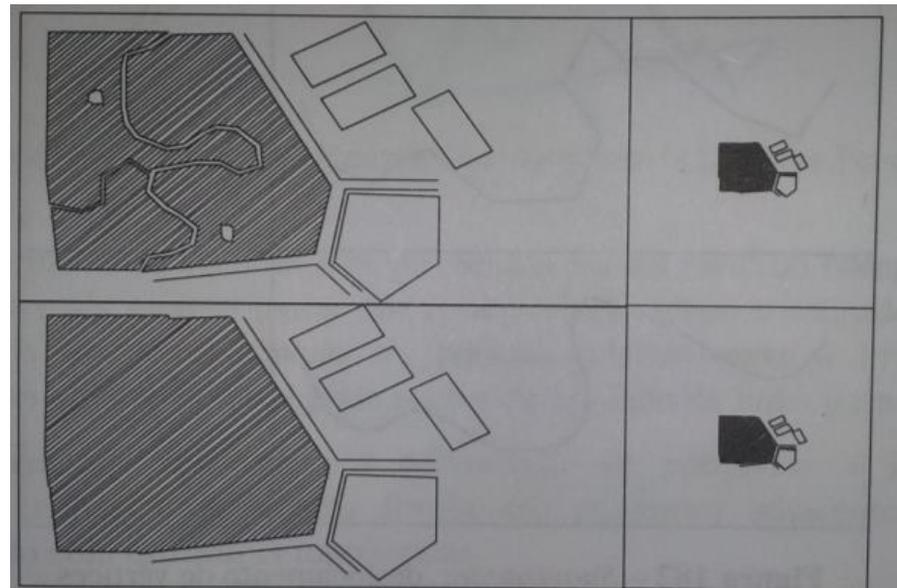
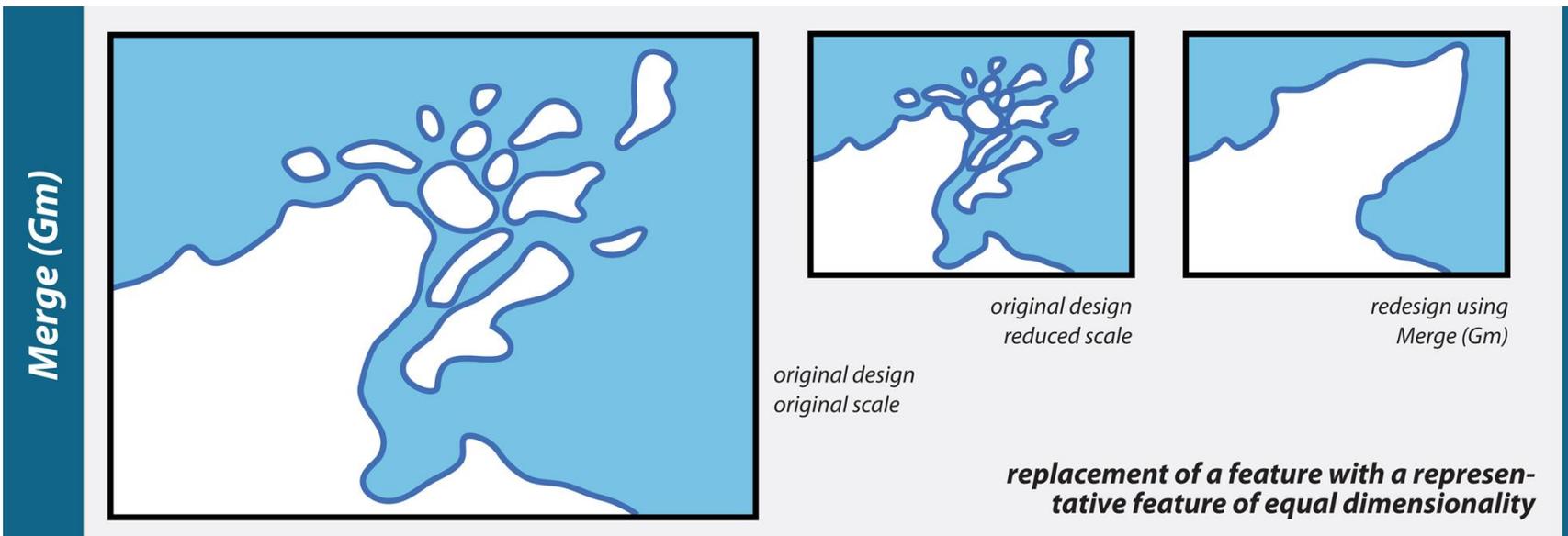


Figura 184 – *Amalgamação*: preservação das características gerais de uma área por dissolução de detalhes contidos.

Generalização Cartográfica: Operadores



Generalização Cartográfica: Operadores

Fusão: Amalgamação aplicada a componentes lineares.

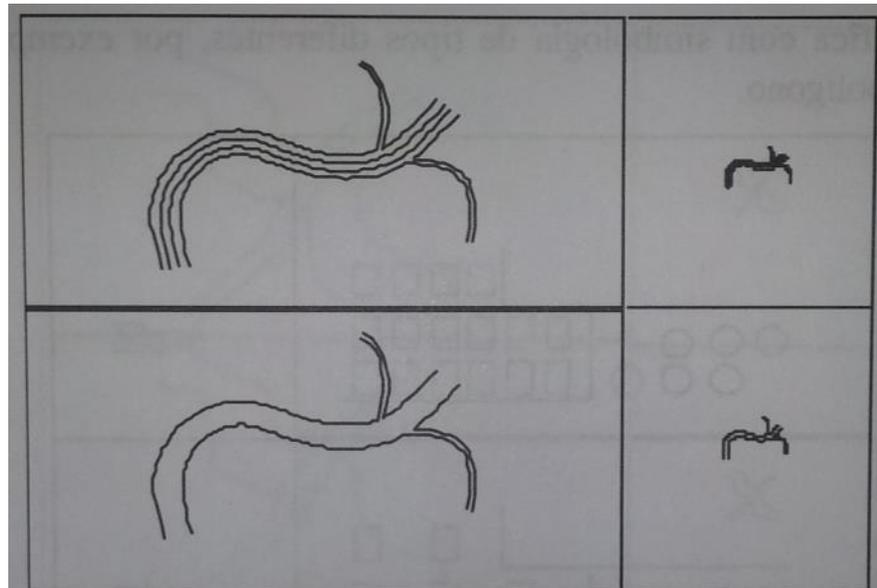


Figura 185 – *Fusão*: combinação de entidades lineares que não podem ser representadas separadamente.

Generalização Cartográfica: Operadores

Refinamento: Consiste na omissão seletiva de objetos, preservando a ideia geral do tipo de distribuição.

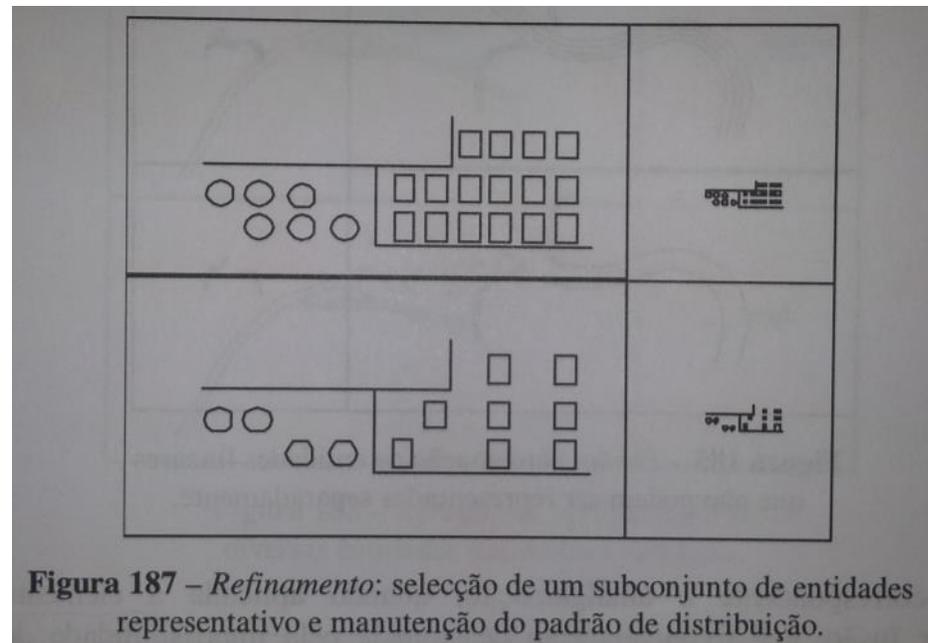
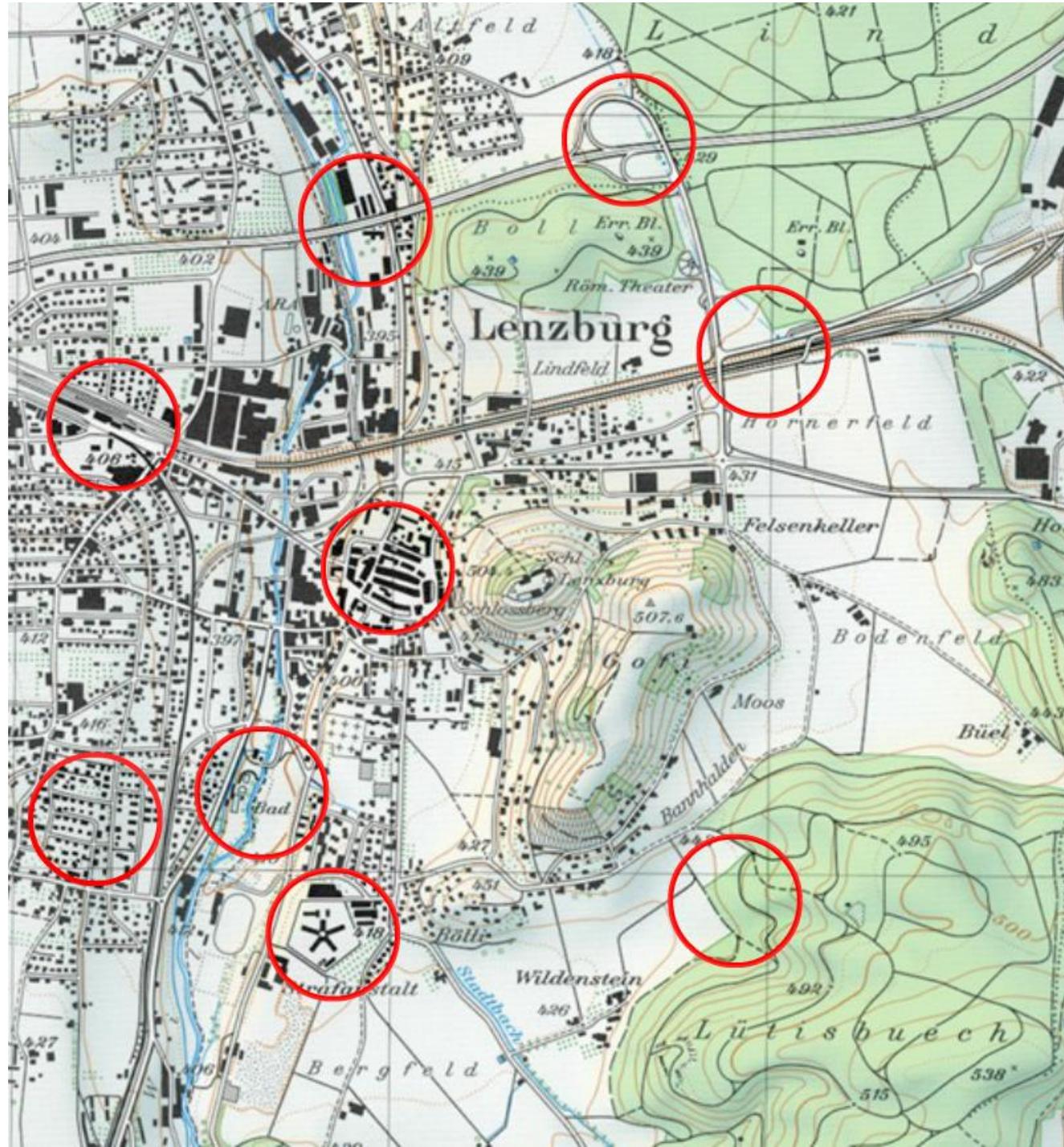
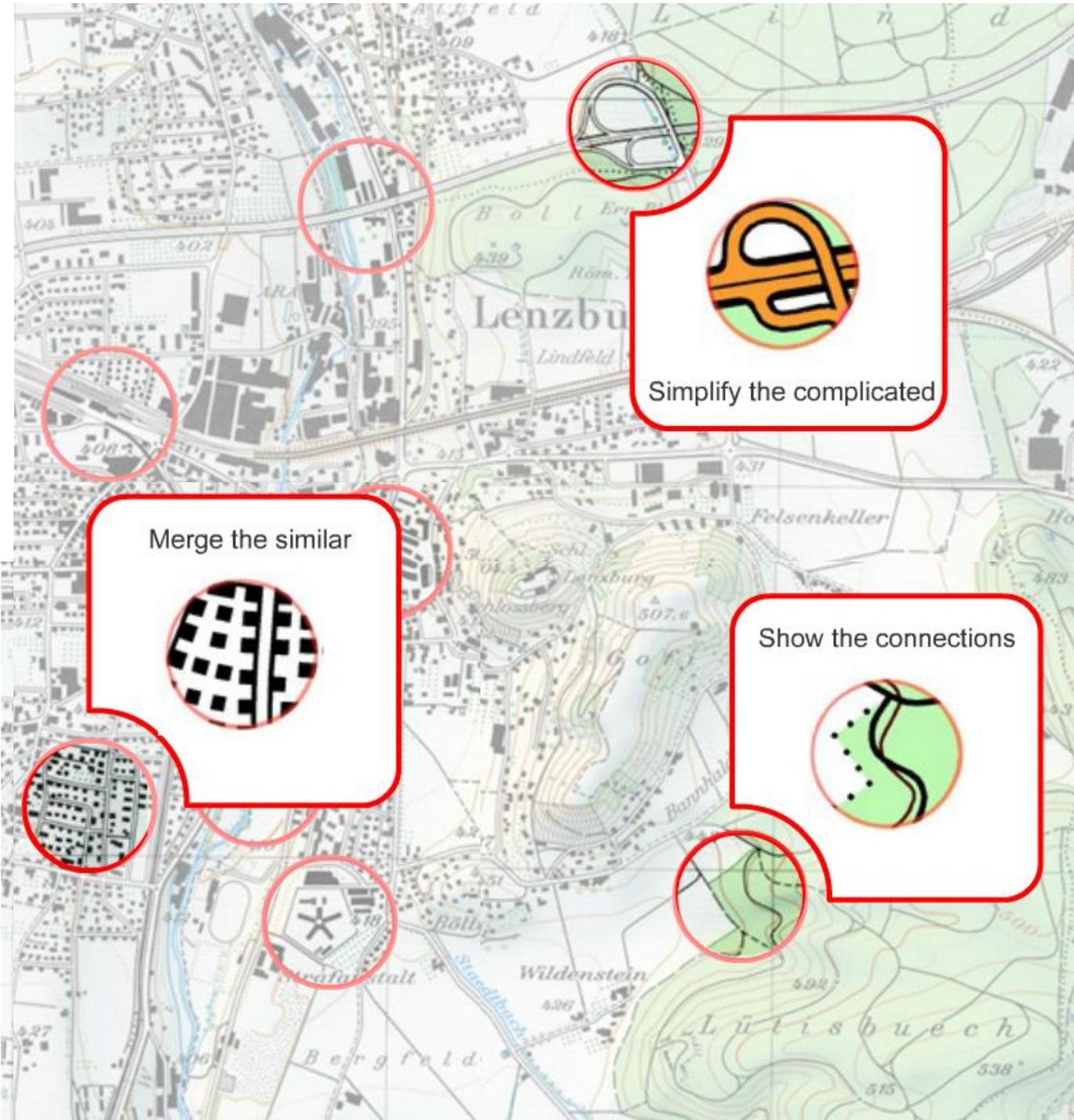


Figura 187 – *Refinamento*: selecção de um subconjunto de entidades representativo e manutenção do padrão de distribuição.





Simplify the complicated

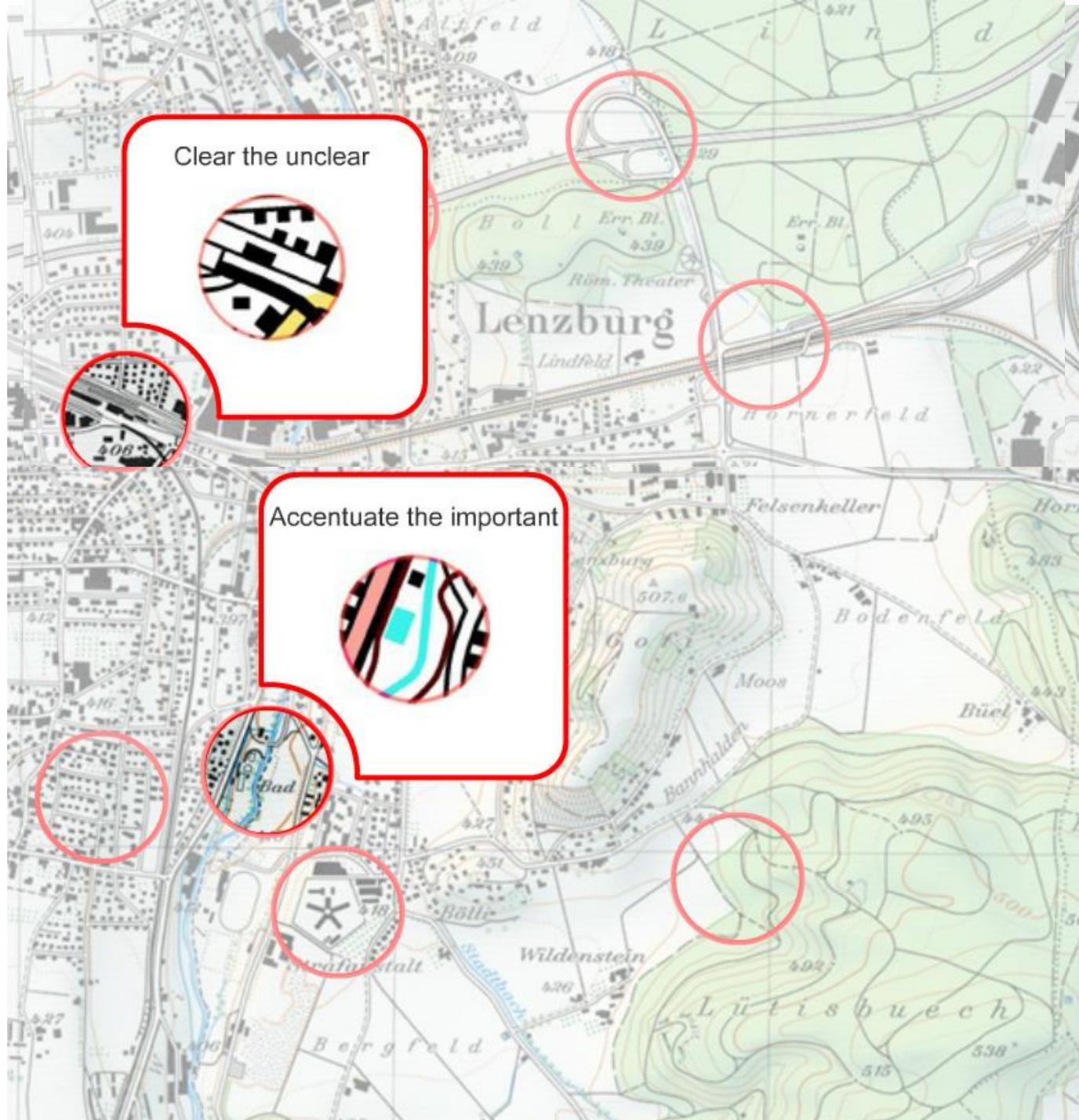
An icon representing the simplification of a complex shape. It shows a simplified, stylized version of a complex geometric shape in orange and black, enclosed in a circular frame.

Merge the similar

An icon representing the merging of similar elements. It shows a grid of black and white squares, where some squares are merged into larger blocks, illustrating the process of simplification.

Show the connections

An icon representing the visualization of connections. It shows a green background with black lines and dots, illustrating the process of identifying and highlighting relationships between different elements.

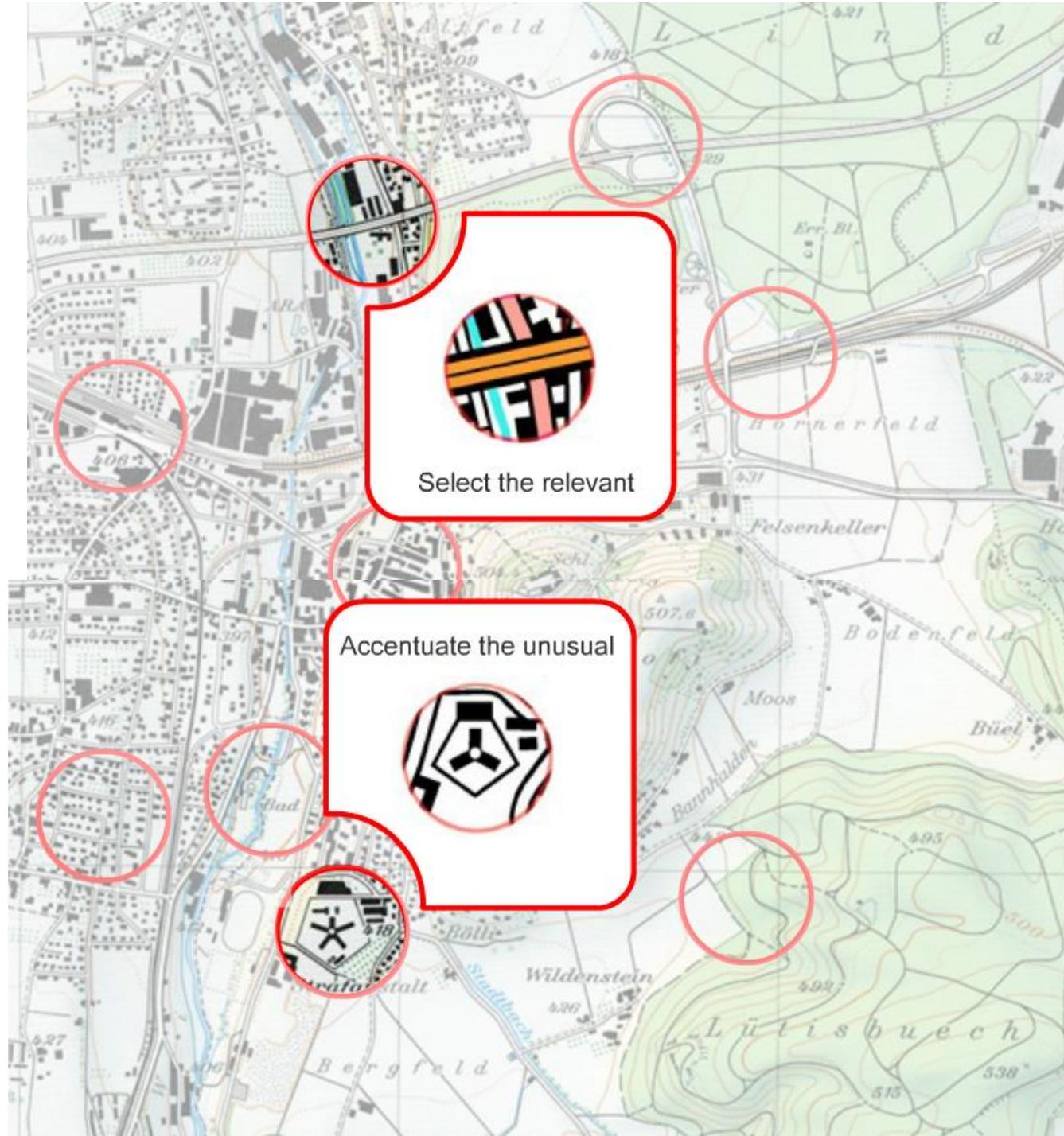


Clear the unclear



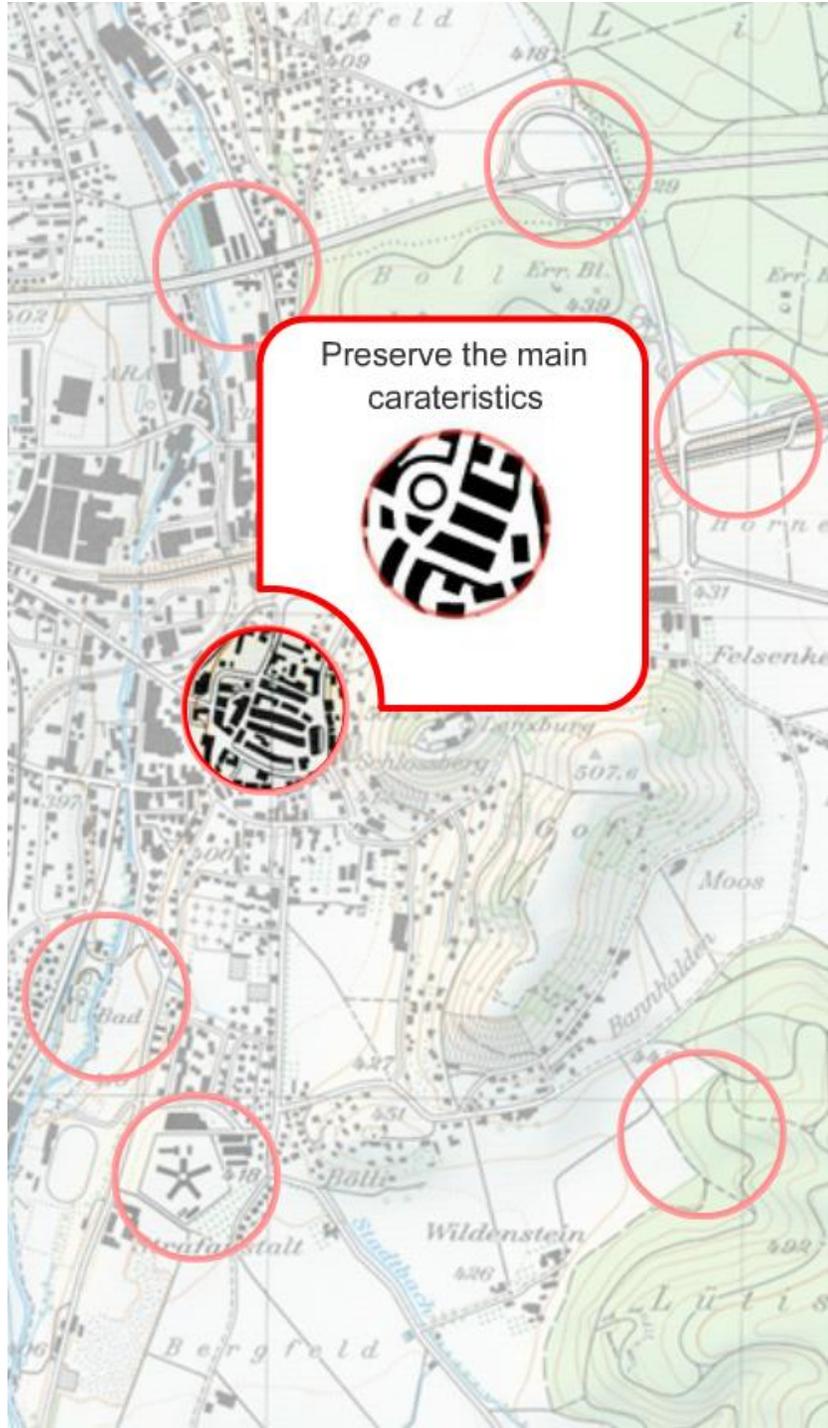
Accentuate the important



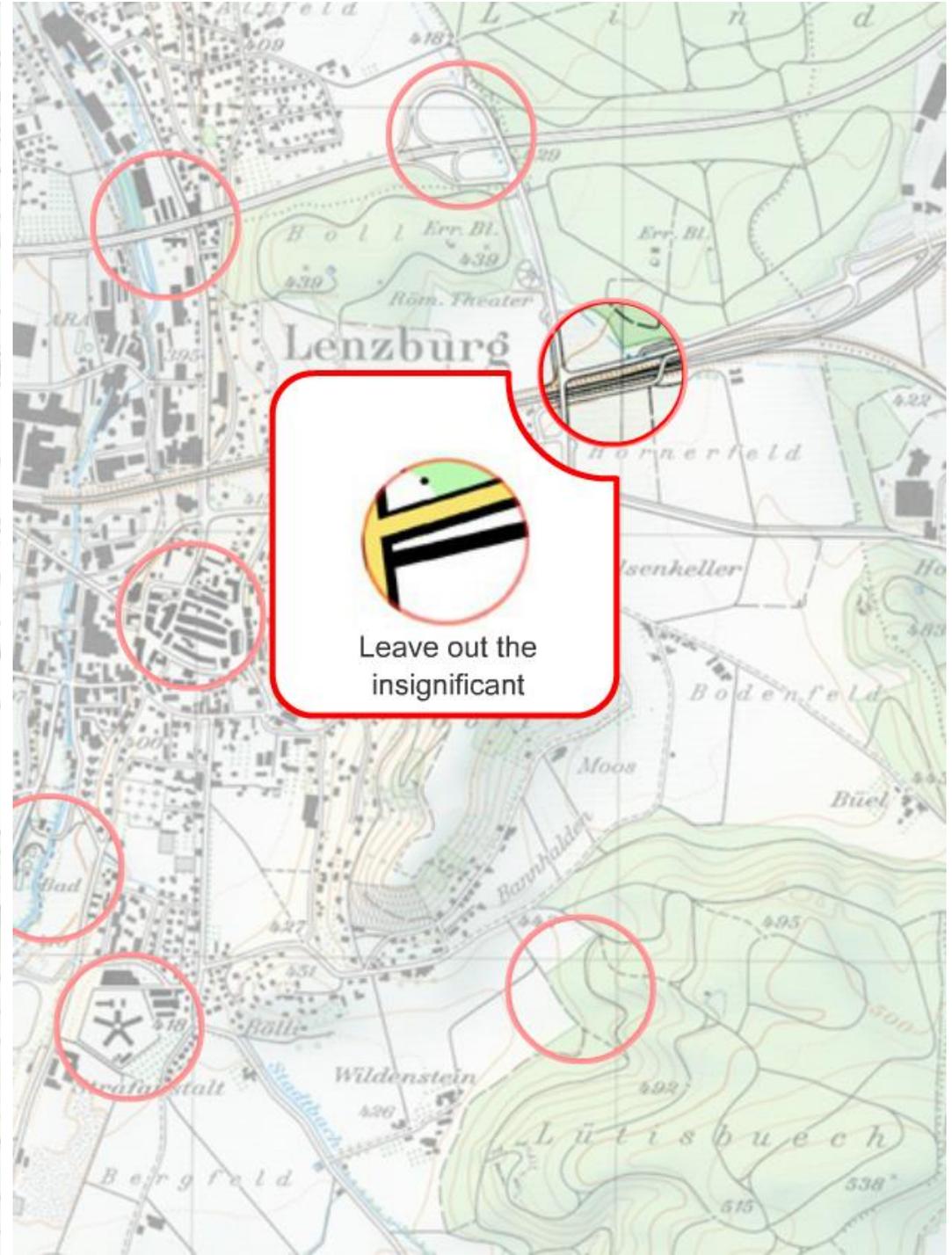


Select the relevant

Accentuate the unusual



Preserve the main
carateristics

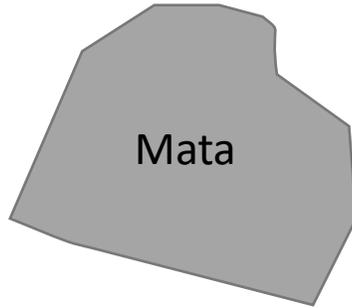


Leave out the
insignificant



Projeto cartográfico

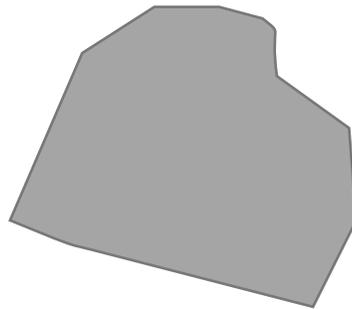
Regra Geral | Atributos | $\geq 25\text{mm}^2$ | (...)



1:2000

1cm= 20m

1mm= 2m



Acurácia visual

0,1mm= 0,2m

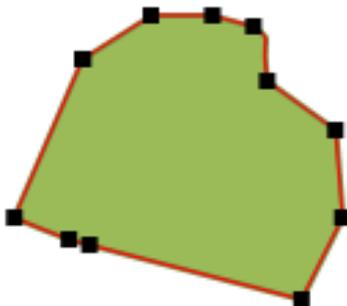
0,2mm= 0,4m

Logo a área mínima é:

25 x 0,1m= 62,5m² (acurácia visual de 0,1 mm)

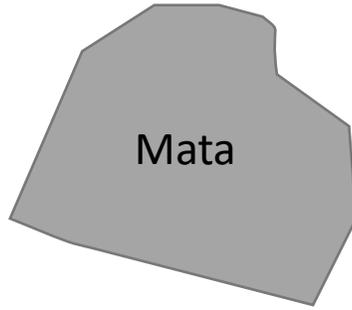
25 x 0,4m= 100m² (acurácia visual de 0,2 mm)

1:2000



Vértices com espaçamento 0,2m ou $\geq 0,4\text{m}$!

Projeto cartográfico

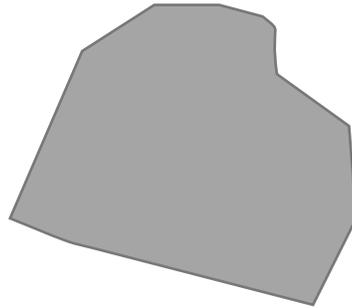


Regra Geral | Atributos | $\geq 25\text{mm}^2$ | (...)

1:5000

1cm= 50m

1mm= 5m



Acurácia visual

0,1mm= 0,5m

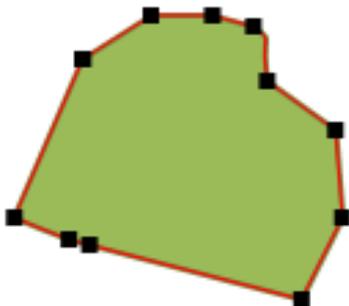
0,2mm= 1m

Logo a área mínima é:

25 x 0,5m= 156,25m² (acurácia visual de 0,1 mm)

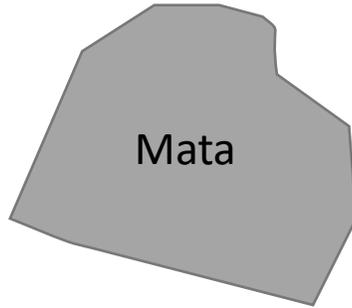
25 x 1m= 625m² (acurácia visual de 0,2 mm)

1:5000



Vértices com espaçamento 0,5m ou $\geq 1\text{m}$!

Projeto cartográfico

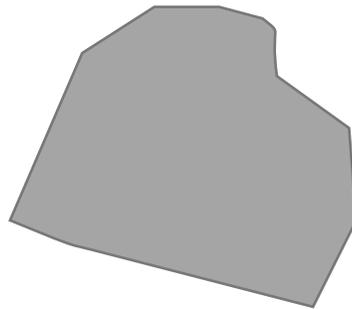


Regra Geral | Atributos | $\geq 25\text{mm}^2$ | (...)

1:10000

1cm= 100m

1mm= 10m



Acurácia visual

0,1mm= 1m

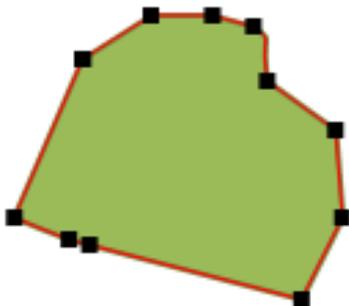
0,2mm= 2m

Logo a área mínima é:

1:10000

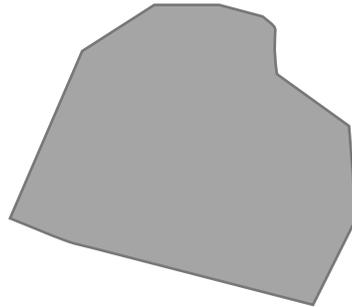
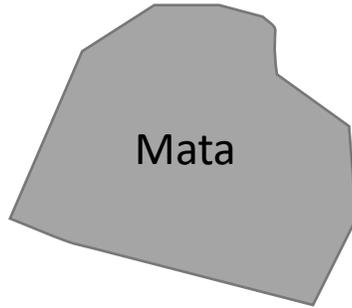
25 x 1m= 625m² (acurácia visual de 0,1 mm)

25 x 2m= 2500m² (acurácia visual de 0,2 mm)

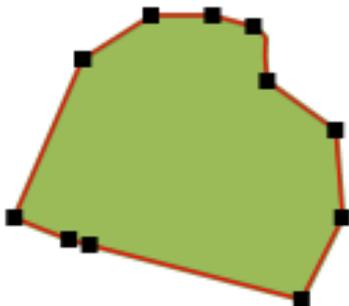


Vértices com espaçamento 1m ou $\geq 2\text{m}$!

Projeto cartográfico



1:25000



Regra Geral | Atributos | $\geq 25\text{mm}^2$ | (...)

1:25000

1cm= 250m

1mm= 25m

Acurácia visual

0,1mm= 2,5m

0,2mm= 5m

Logo a área mínima é:

25 x 2,5m= 3906m² (acurácia visual de 0,1 mm)

25 x 5m= 15625m² (acurácia visual de 0,2 mm)

Vértices com espaçamento 2,5m ou $\geq 5\text{m}$!

Projeto cartográfico

Regra Geral | Atributos | $\geq 10\text{mm}^2$ | (...)



1:2000

1cm= 20m

1mm= 2m



Acurácia visual

0,1mm= 0,2m

0,2mm= 0,4m

Logo o comprimento mínimo é:

1:2000

10mm= 20m (acurácia visual de 0,1 ou 0,2 mm)



Vértices com espaçamento 0,2m ou $\geq 0,4\text{m}$!

Projeto cartográfico

Regra Geral | Atributos | $\geq 10\text{mm}^2$ | (...)



1:5000

1cm= 50m

1mm= 5m



Acurácia visual

0,1mm= 0,5m

0,2mm= 1m

1:5000

10mm= 50m (acurácia visual de 0,1 ou 0,2 mm)



Vértices com espaçamento 0,5m ou $\geq 1\text{m}$!

Projeto cartográfico

Regra Geral | Atributos | $\geq 10\text{mm}^2$ | (...)



1:10000

1cm= 100m

1mm= 10m



Acurácia visual

0,1mm= 1m

0,2mm= 2m

1:10000

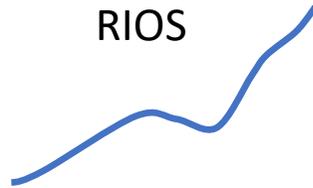
10mm= 100m (acurácia visual de 0,1 ou 0,2 mm)



Vértices com espaçamento 1m ou $\geq 2\text{m}$!

Projeto cartográfico

Regra Geral | Atributos | $\geq 10\text{mm}^2$ | (...)



1:25000

1cm= 250m

1mm= 25m



Acurácia visual

0,1mm= 2,5m

0,2mm= 5m

1:250000

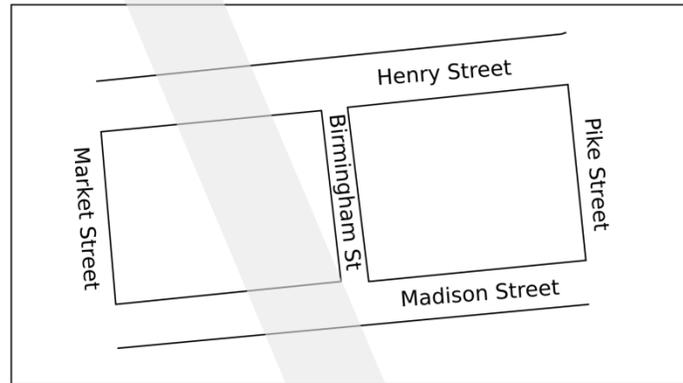
10mm= 250m (acurácia visual de 0,1 ou 0,2 mm)



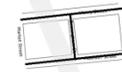
Vértices com espaçamento 2,5m ou $\geq 5\text{m}$!

Projeto cartográfico

Regra Geral | Atributos | $\geq ?\text{mm}^2$ | (...)



1:5000



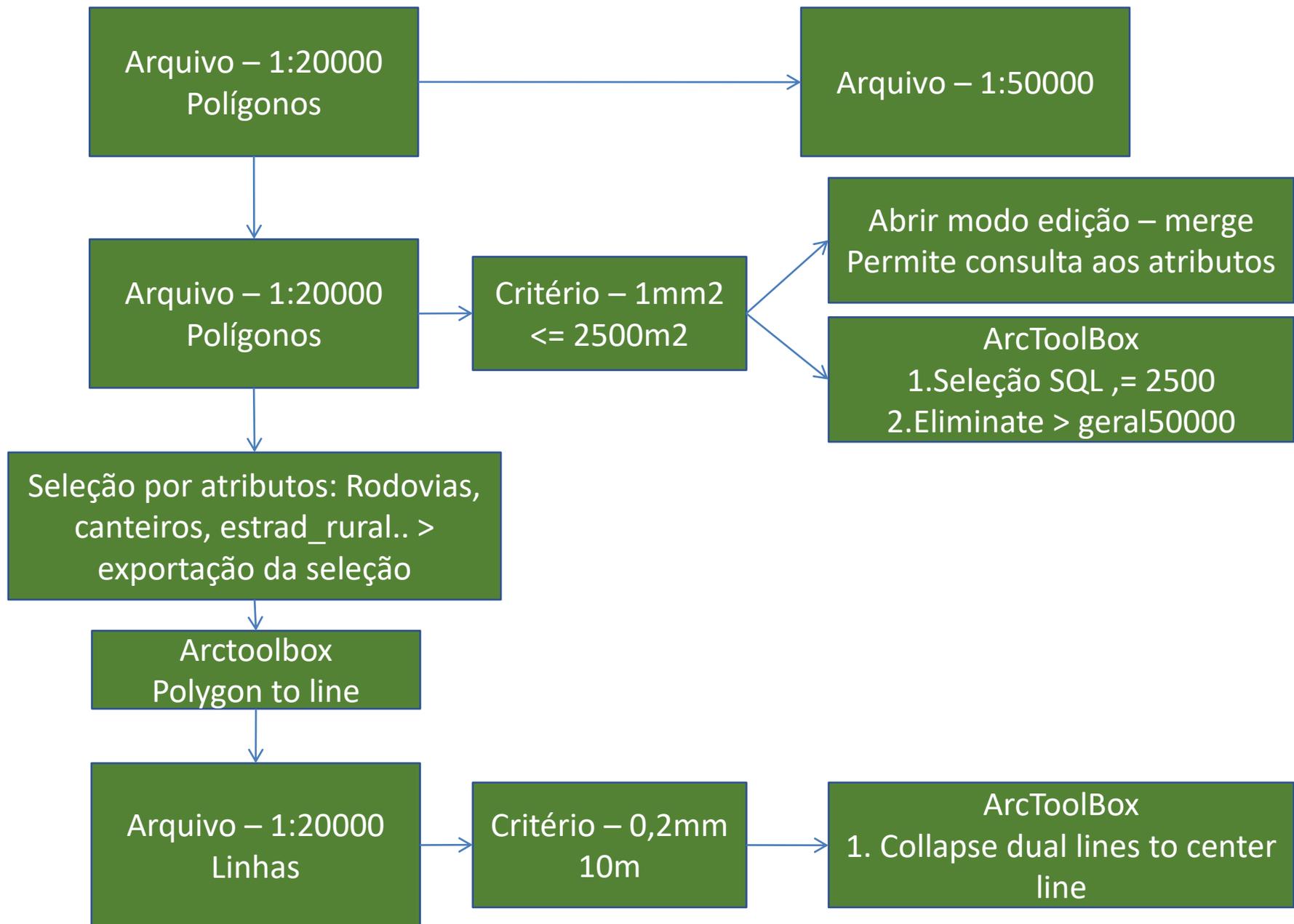
1:25000

1:25000

Exemplo: >10mm

1cm= 250m

1mm= 25m



Exercícios

Generalização automática usando o software QGIS

Baixar arquivo de [Bacias Hidrográficas do Paraná](#)

<http://www.aguasparana.pr.gov.br/>

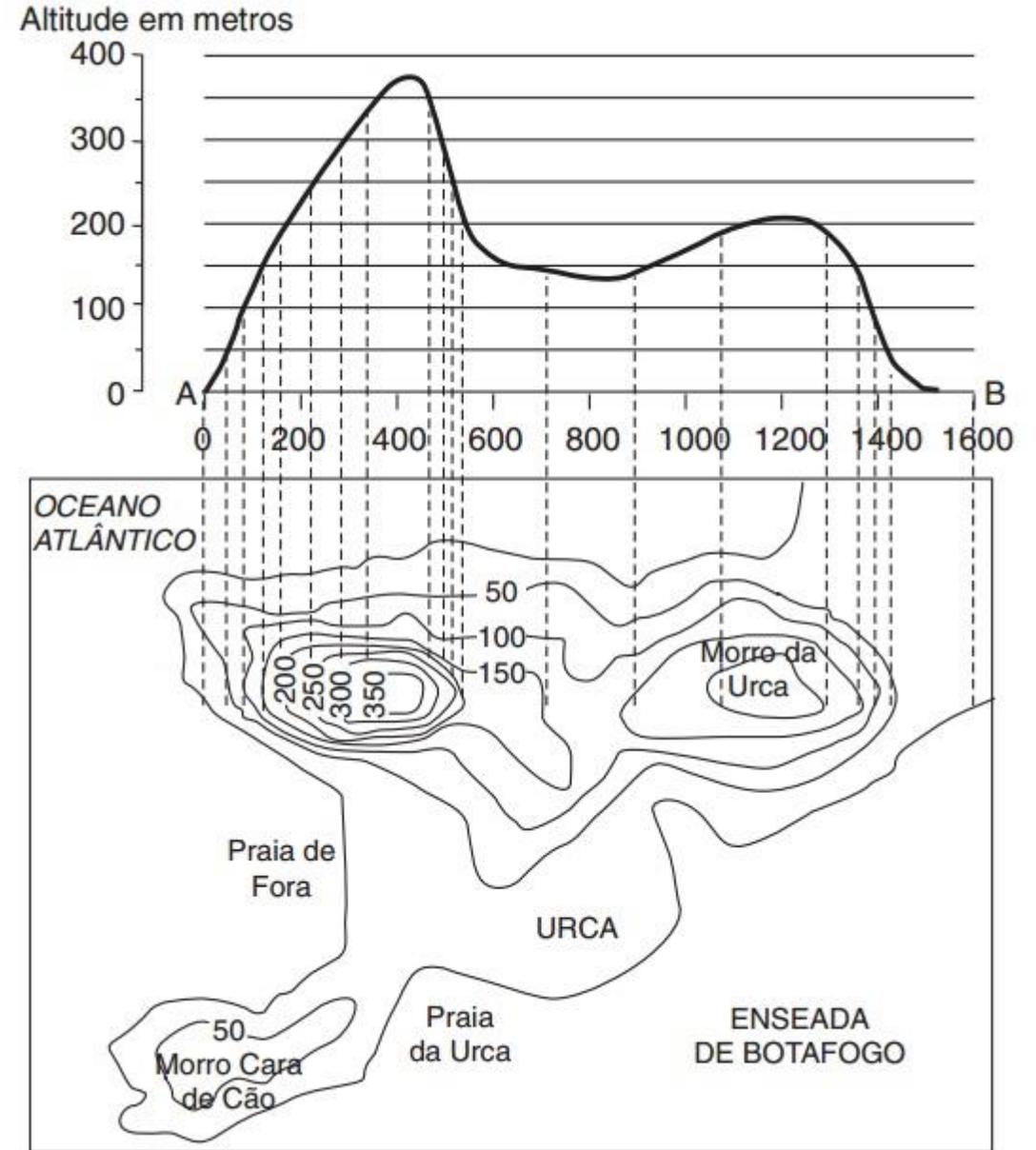
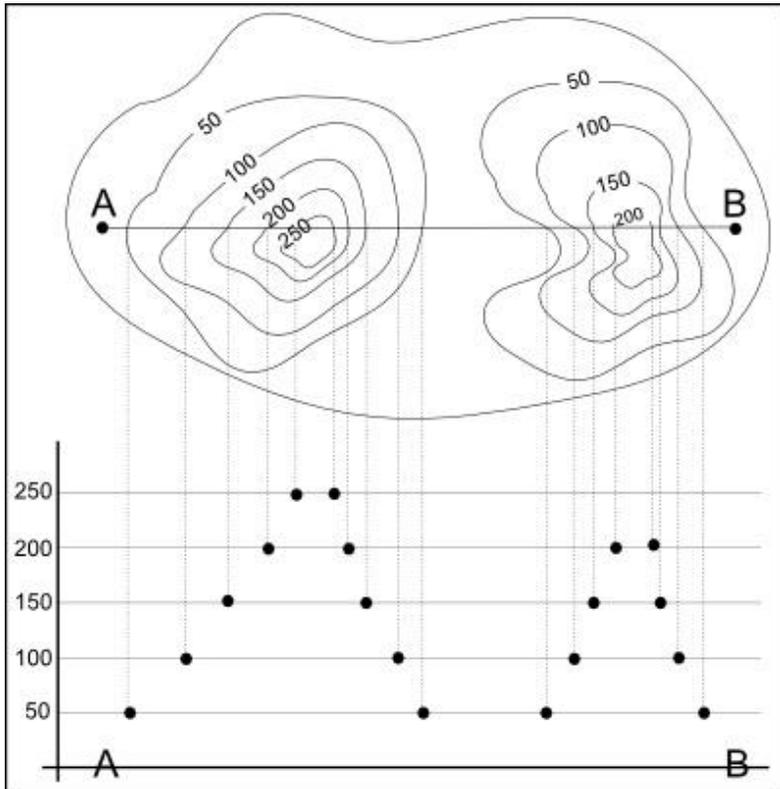
- ✓ **Reclassificar os polígonos (dissolver)**
- ✓ **Erro topológico – como resolver?**
- ✓ **Simplificar polígonos**

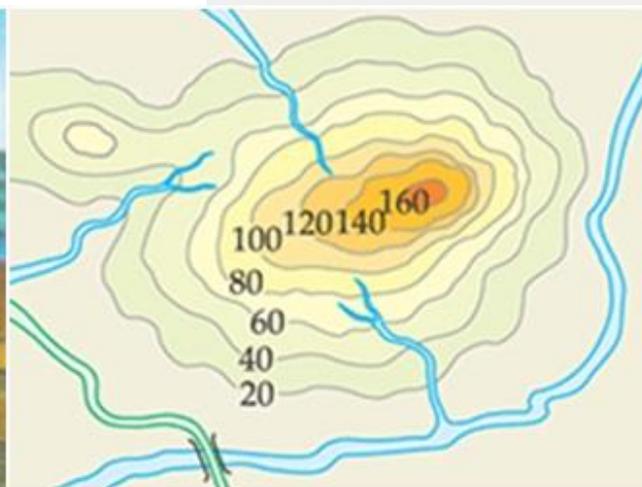
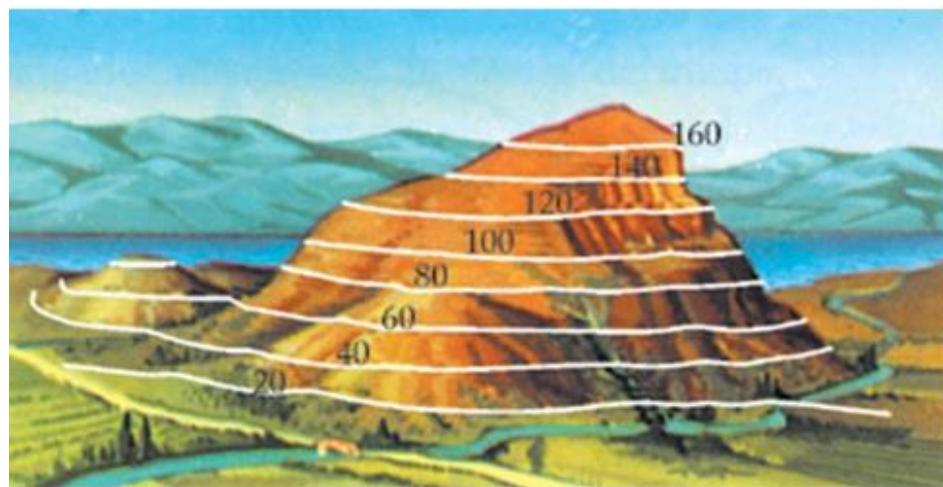
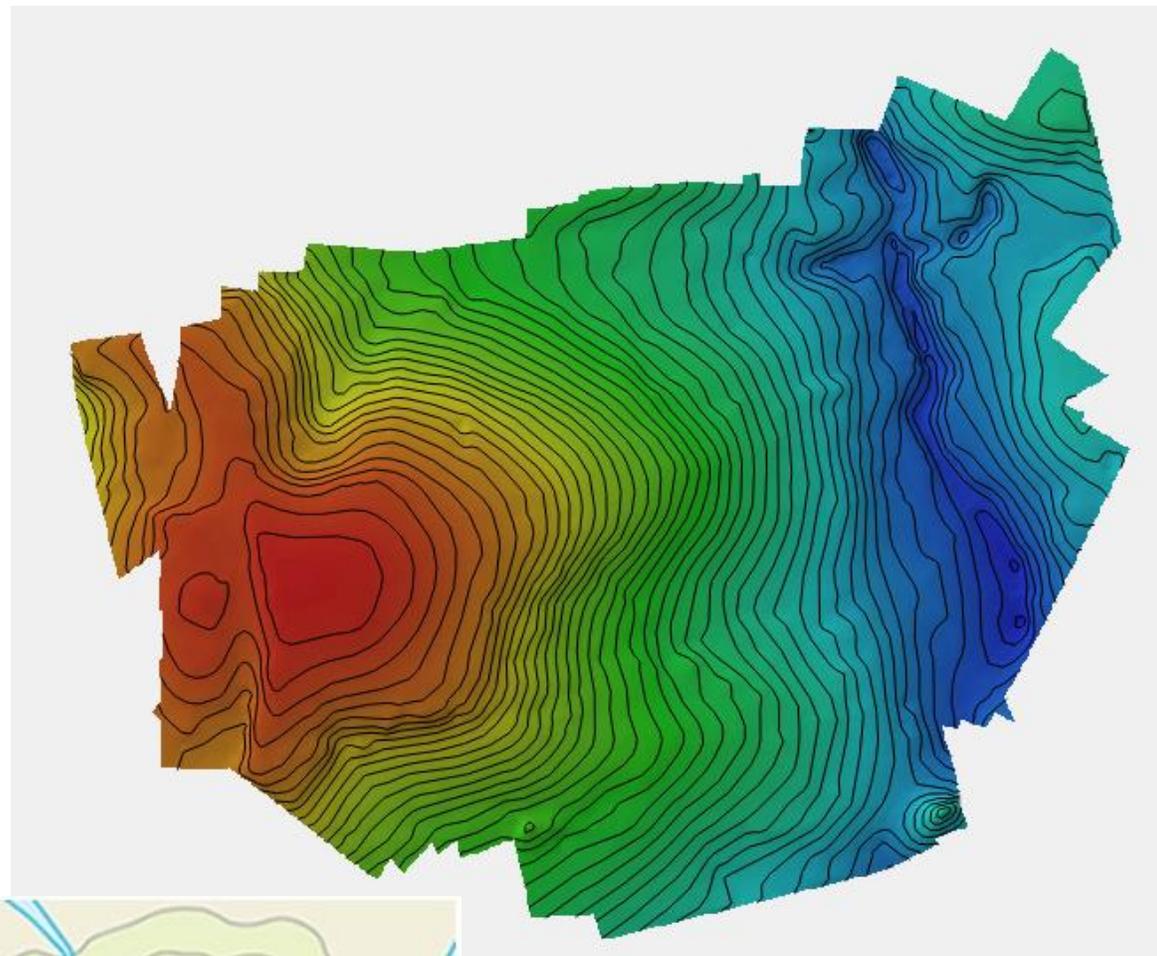
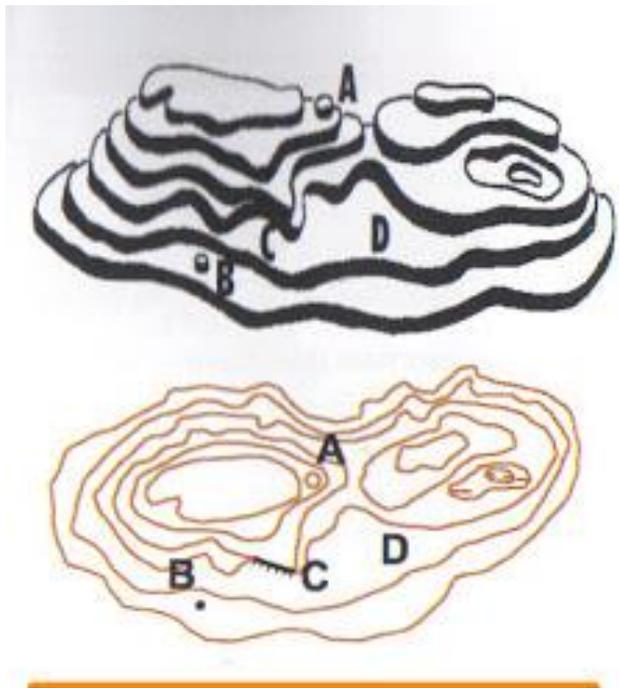
Linhagem e qualidade

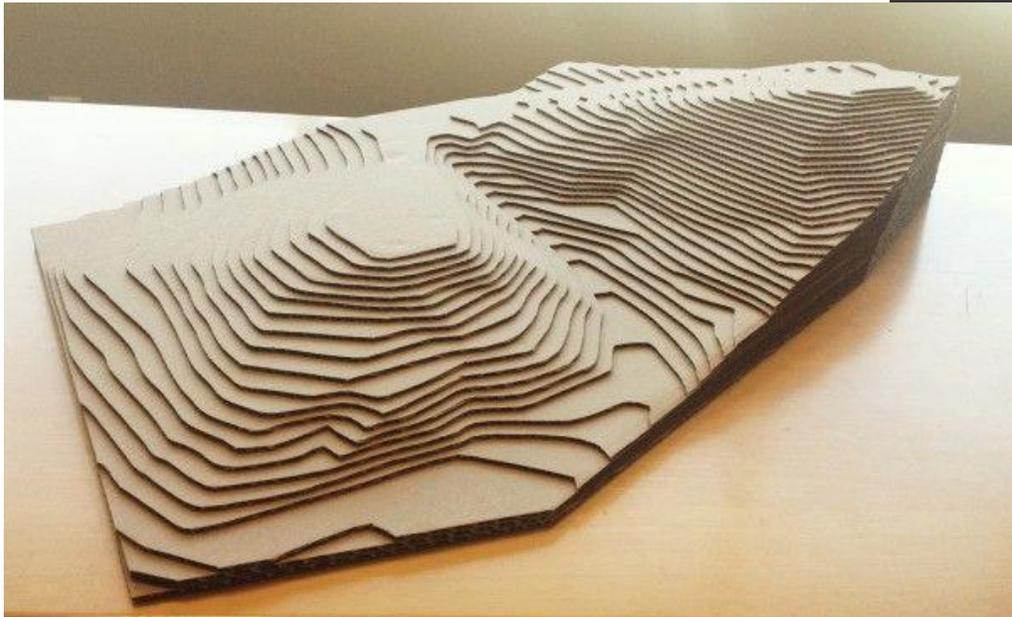
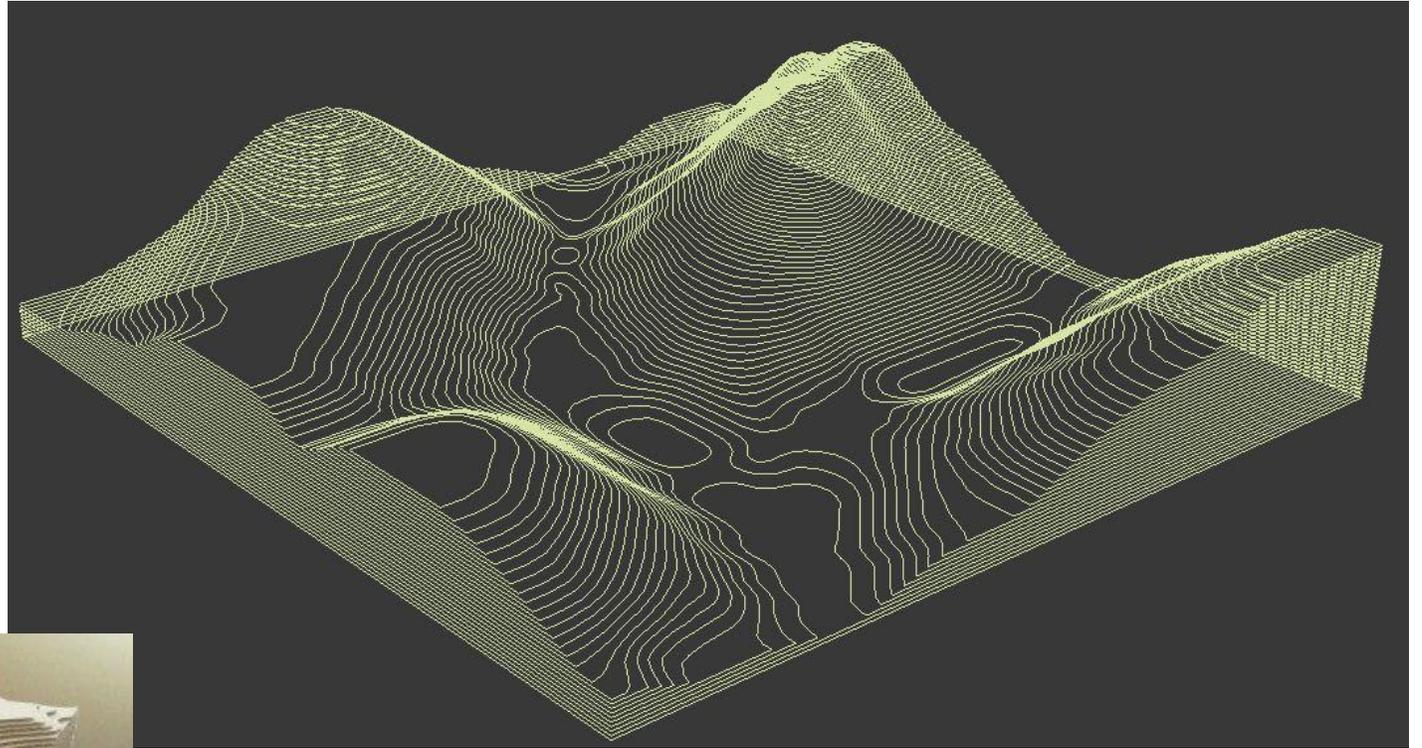
Ensino

Aplicações ao ensino

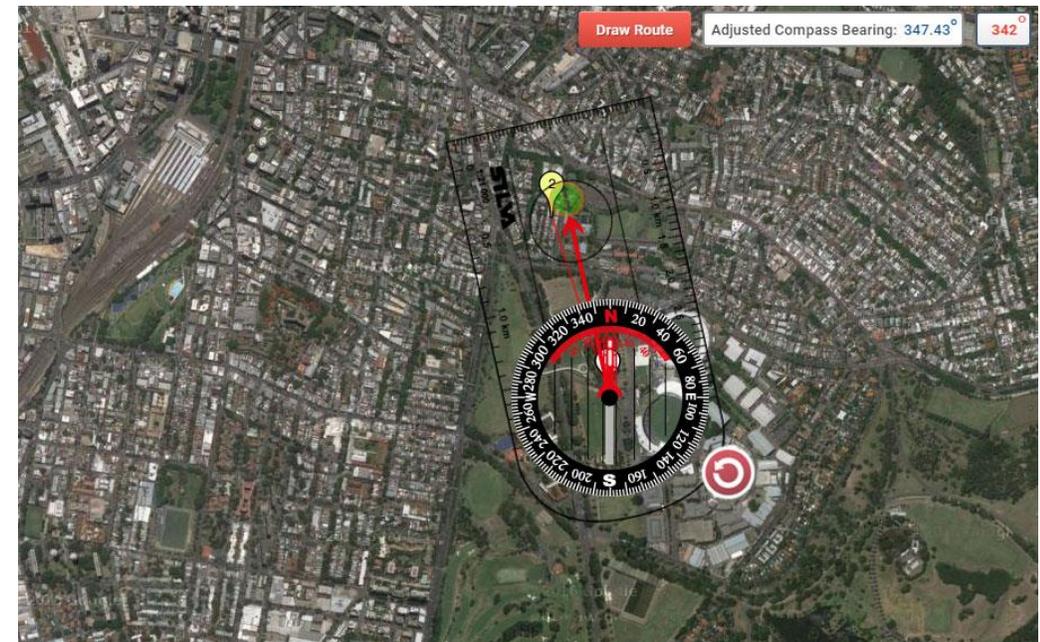
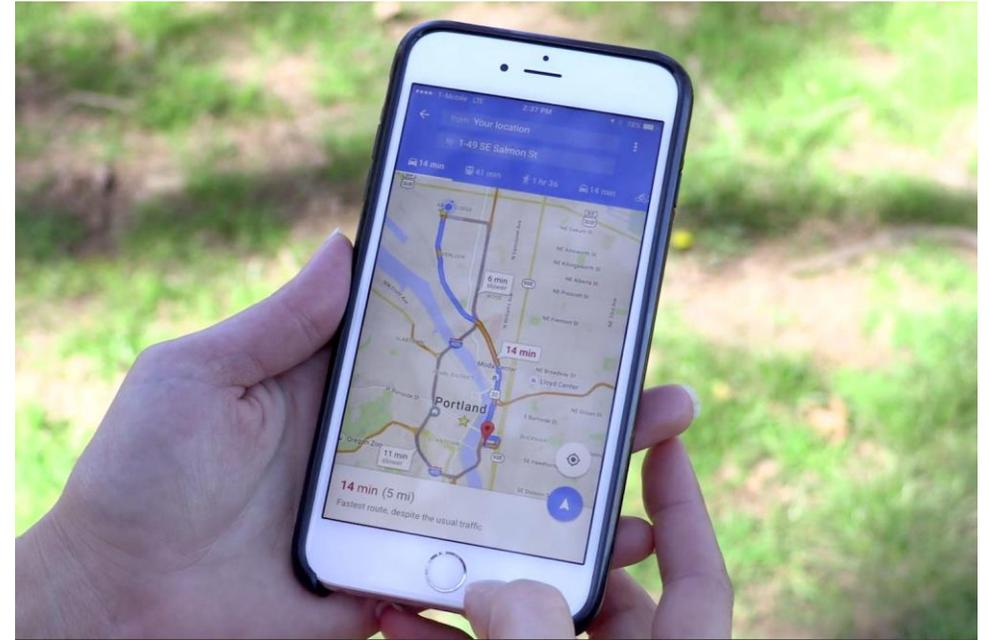
- Práticas – leitura de mapas



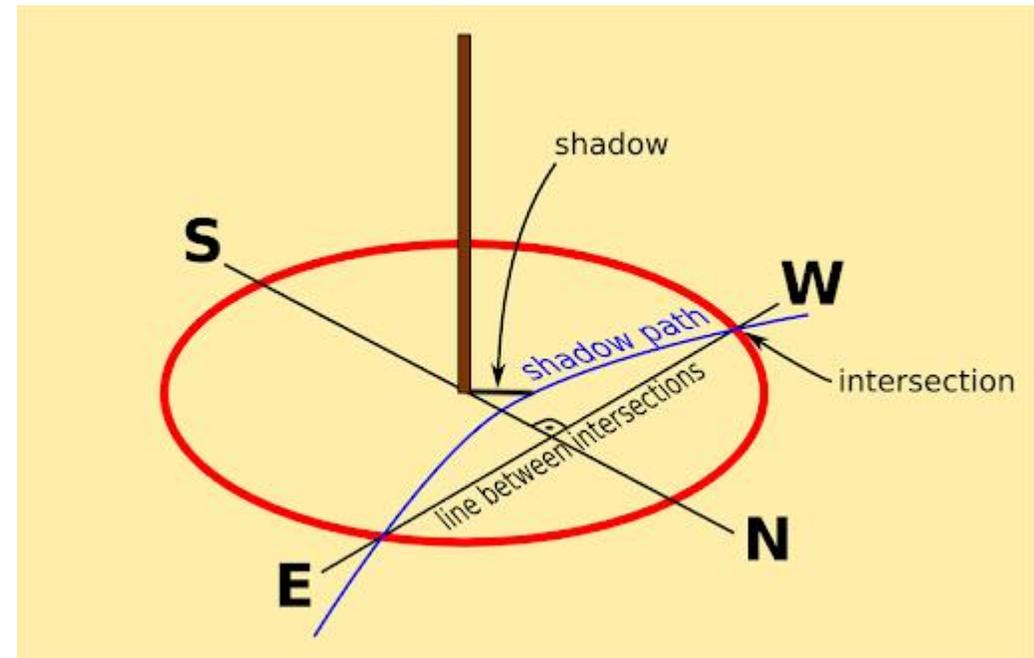
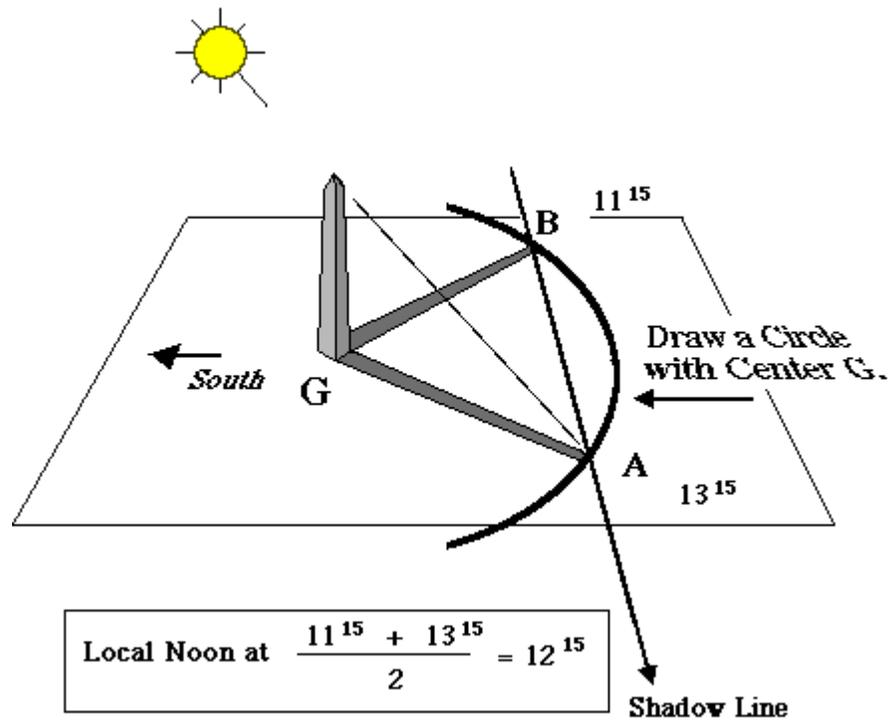




Orientação

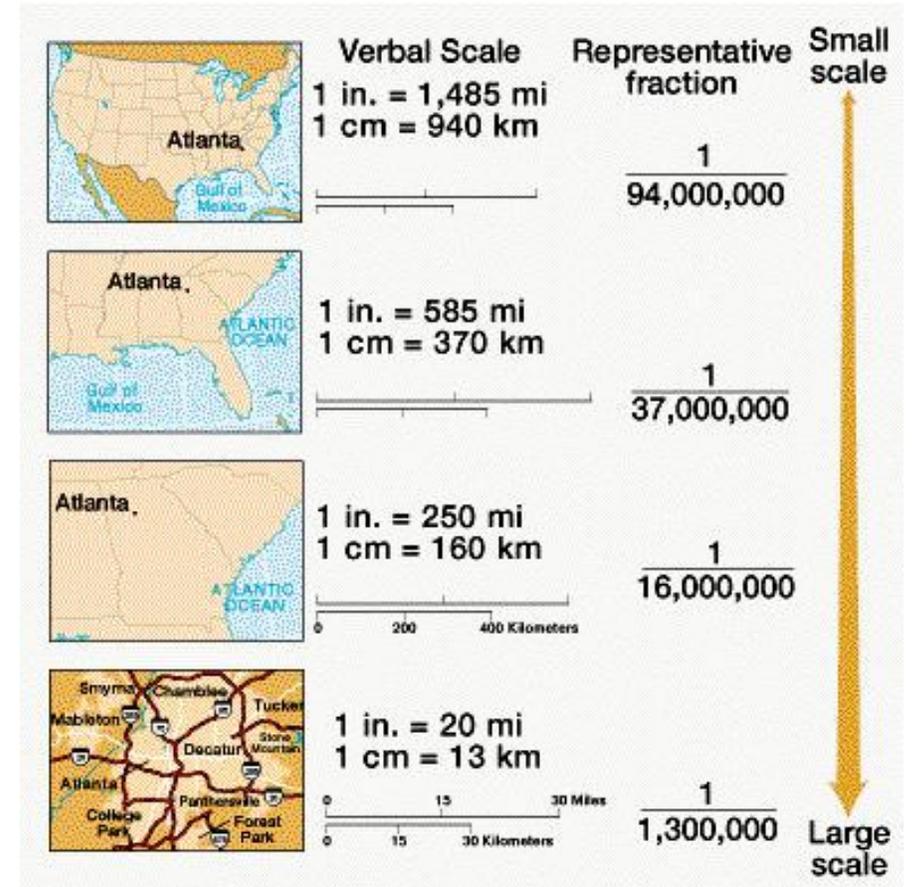


Obtenção da latitude



Prática com escala

- Desenhar a mesa em diferentes escalas
- 1:10
- 1:50
- 1:100



Leitura topografia

