



# GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO

**SUMÁRIO**

- 3-Geoprocessamento e sensoriamento remoto
- 5-Correções das imagens e as base de dados para as correções
- 14-Resoluções de imagem de satélite e espectro eletromagnético
- 22-Classificação das imagens de satélite
- 28-Linhas Geográficas Imaginárias
- 30-Sistema de Informação Geográfica
- 31-Desenho assistido por computador
- 36-Drone
- 40-Geoprocessamento
- 50-Referências Bibliográficas

O geoprocessamento é o processamento informatizado de dados georreferenciados. Utiliza programas de computador que permitem o uso de informações cartográficas (mapas, cartas topográficas e plantas) e informações a que se possa associar coordenadas desses mapas, cartas ou plantas. Pode ser utilizado para diversas aplicações.

### GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO

É uma técnica para obter informações sobre objetos através de dados coletados por instrumentos que não estejam em contato físico com os objetos investigados. Por não haver contato físico, a forma de transmissão dos dados (do objeto para o sensor) só pode ser realizada pela Radiação Eletromagnética, por ser esta a única forma de energia capaz de se propagar pelo vácuo. Considerando a Radiação Eletromagnética como uma forma de energia, o Sensoriamento Remoto pode ser definido com maior rigor como uma medida de trocas de energia que resulta da interação entre a energia contida na Radiação Eletromagnética de determinado comprimento de onda e a contida nos átomos e moléculas do objeto de estudo.

As ferramentas computacionais para geoprocessamento são chamadas de Sistemas de Informação Geográfica GIS.

O Sistemas de Informação Geográfica GIS tornam possível automatizar a produção de documentos cartográficos. Com o avanço tecnológico, reuniões de especialistas em congressos, simpósios dentre outras formas de trocas de informações, pode-se observar “algumas” aplicações:

- ✓ atualizar a cartografia existente;
- ✓ desenvolver mapas e obter informações sobre áreas minerais, bacias de drenagem, agricultura, florestas;
- ✓ melhorar e fazer previsões com relação ao planejamento urbano e regional;
- ✓ monitorar desastres ambientais tais como enchentes, poluição de rios e reservatórios, erosão, deslizamentos de terras, secas;
- ✓ monitorar desmatamentos;

- ✓ estudos sobre correntes oceânicas e movimentação de cardumes, aumentando assim a produtividade na pesca;
- ✓ estimativa da taxa de desflorestamento da Amazônia Legal;
- ✓ suporte de planos diretores municipais;
- ✓ estudos de Impactos Ambientais (EIA) e Relatórios de Impacto sobre Meio Ambiente (RIMA);
- ✓ levantamento de áreas favoráveis para exploração de mananciais hídricos subterrâneos;
- ✓ monitoramento de mananciais e corpos hídricos superficiais;
- ✓ levantamento Integrado de diretriz para rodovias e linhas de fibra ótica;
- ✓ monitoramento de lançamento e de dispersão de efluentes em domínios costeiros ou em barragens;
- ✓ estimativa de área plantada em propriedades rurais para fins de fiscalização do crédito agrícola;
- ✓ identificação de áreas de preservação permanente e avaliação do uso do solo;
- ✓ implantação de pólos turísticos ou industriais;
- ✓ avaliação do impacto de instalação de rodovias, ferrovias ou de reservatórios.

O geoprocessamento é o processamento informatizado de dados georreferenciados. Utiliza programas de computador que permitem o uso de informações cartográficas (mapas, cartas topográficas e plantas) e informações a que se possa associar coordenadas desses mapas, cartas ou plantas. Pode ser utilizado para diversas aplicações.

É um conjunto de conceitos, métodos e técnicas em torno do processamento eletrônico de dados que opera sobre registros de ocorrência georreferenciados, analisando suas características e relações geotopológicas para produzir informação geográfica.

O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica GIS – sigla em inglês para Geographical Information System –, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Muitos pesquisadores e especialistas na área preferem o termo "Geoinformática", que é mais geral que o termo "Geoprocessamento", e corresponde a uma analogia ao termo "Bioinformática". A Sociedade Brasileira de Computação(SBC) prefere este termo. A SBC possui uma comissão especial de Geoinformática. O Simpósio Brasileiro de Geoinformática (GeoInfo) é organizado anualmente por pesquisadores da área, com apoio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

### CORREÇÕES DAS IMAGENS E AS BASE DE DADOS PARA AS CORREÇÕES

Cartografia é a atividade que se apresenta como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, voltam-se 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.

A palavra cartografia foi introduzida pelo historiador português Manuel Francisco Carvalhosa, 2º Visconde de Santarém, numa carta datada de 8 de dezembro de 1839, de Paris, e endereçada ao historiador brasileiro Francisco Adolfo de Varnhagen, vindo a ser internacionalmente consagrado pelo uso.

A cartografia encontra-se no curso de uma longa e profunda revolução, iniciada em meados do século XX, e certamente a mais importante depois do seu renascimento, que ocorreu nos séculos XV e XVI. A introdução da fotografia aérea e da detecção remota, o avanço tecnológico nos métodos de gravação e impressão e, mais recentemente, o aparecimento e vulgarização dos computadores, vieram alterar profundamente a forma como os dados geográficos são adquiridos, processados e representados, bem como o modo como os interpretamos e exploramos.

Cartografia matemática é o ramo da cartografia que trata dos aspectos matemáticos ligados à concepção e construção dos mapas, isto é, das projeções cartográficas. Foi desenvolvida a partir do final do século XVII, após a invenção do cálculo matemático, sobretudo por Johann Heinrich Lambert e Joseph Louis Lagrange. Foram especialmente relevantes, durante o século XIX, os contributos dos matemáticos Carl Friedrich Gauss e Nicolas Auguste Tissot.

Cartometria é o ramo da cartografia que trata das medições efetuadas sobre mapas, designadamente a medição de ângulos e direções, distâncias, áreas, volumes e contagem de número de objetos.

A função dos mapas é prover a visualização de dados espaciais e a sua confecção é praticada desde tempos pré-históricos, antes mesmo da invenção da escrita. Com esta, dispomos de mapas em placas de argila sumérias e papiros egípcios. Na Grécia antiga, Aristóteles e Hiparco produziram mapas com latitudes e longitudes. Em Roma, Ptolomeu representou a Terra dentro de um círculo.

Na cartografia grega podemos destacar Erastótenes de Cirene, que fez um experimento para comprovar a esfericidade da Terra. Ele colocou um gnómon em Siena no Egito e outro em Alexandria. As 12 horas do solstício de verão pode perceber que não havia sombra em Siena, entretanto em Alexandria havia sombra projetada, sendo a primeira comprovação que a terra não era plana como se pensava, servindo de base para a projeção de mapas.]

No poema Odisseia e Ilíada, de Homero o autor faz uma descrição gráfica do mundo conhecido na época. Em Ilíada Homero descreve o escudo de Aquiles que representa o primeiro

mapeamento cósmico.[3] Anaximandro de Mileto construiu o primeiro mapa-múndi gravado em pedra, também é atribuído a ele a medição das estrelas e o cálculo de sua magnitude. Já Hecateu de Mileto fez uma descrição sistemática dos lugares, essa obra chama-se Periegesi, sendo considerado a primeira obra geográfica. Demócrito de Abdera introduz os termos latitude (latu = largura) e longitude (longo = alongado) indicando as medidas de distâncias no sentido vertical e horizontal, respectivamente. Erastótenes foi o primeiro a determinar com precisão científica o tamanho da Terra. No seu mapa-múndi desenhou sete linhas paralelas que passavam por lugares conhecidos da época.

Claúdio Ptolomeu escreveu por volta de 150 a.C a sua famosa obra Geographike Syntaxis (Síntese da Geografia) que era composta de oito volumes de pergaminhos manuscritos e ilustrados por um mapa-múndi, além de 26 mapas regionais que apresentavam detalhes continentais. O volume I dissertava sobre a construção do globo de Crates e a técnica de projeção de mapas. Do volume II ao VII era guias com uma extensa relação de aproximadamente 8000 nomes de lugares com coordenadas geográficas, latitude e longitude. O volume VIII contém os princípios da cartografia, geografia e matemática. Ensinava a construir e desenhar um mapa em projeção cônica. O mundo conhecido por Ptolomeu tinha 180° de longitude, 63° de latitude norte e 180° de latitude sul.

Na Idade Média as representações cartográficas perdem as concepções que os gregos tinham, passando a representar o mundo com um conceito religioso e os explicando conforme os ensinamentos bíblicos.

Em geral esses mapas apresentavam um quadro conceitual com as seguintes linhas:

1ª Linha: O mundo era representado em forma retangular dentro de um tabernáculo chamado de mundo tabernáculo, do tratado Topografia Cristã de Cosme Indicopleustes. No tratado Topografia Cristã ele nega a ideia de esfericidade da Terra e dos Céus. Indicopleustes tem uma visão de mundo fechado e finito, em que a terra está inserida dentro de uma caixa fechada semelhante a um tabernáculo.

2ª Linha: São os mapas isidorinos com o famoso mapa "T" sobre "O", que se originam no século VII d.C, com o bispo de Sevilha, St. Isidoro (560-636) o qual publica na sua enciclopédia "Etymologiarum Libri XX" (Etimologias), considerada como a primeira grande enciclopédia cristã. Nesta linha a representação foi baseada no mapa Orbis Terrarum dos romanos, adaptado a teologia cristã. Esta representação define uma forma de mapas tripartido, na maioria circulares, com Jerusalém ocupando o centro da representação e a Ásia na parte superior do mapa, onde estava representado o paraíso, a Europa fica a esquerda e a África fica a direita. Estes continentes eram rodeados por um oceano representado pela letra circular "O", já a letra "T" tinha o seu pé formado pelo Mar Mediterrâneo e os braços pelo Mar Vermelho e os Canais do rio Don e o Mar de Azov. Esta representação era baseado em interpretações bíblicas como em Isaías - Is 40:22, "Ele é o que está assentado sobre o círculo da terra, cujos moradores são para ele como gafanhotos; é ele o que estende os céus como cortina, e os desenrola como tenda, para neles habitar", que fundamentou a representação de uma Terra circular plana. Bem como na

representação de Jerusalém como centro da representação, pois, segundo a tradição bíblica era a posição original da sua representação, pois assim está escrito: “Esta é a Jerusalém; no meio das nações eu a coloquei, e suas terras ao redor dela”, bem como os três continentes conhecidos, Europa, Ásia e África eram tidos como herança deixada por Noé os seus filhos. A Ásia para os povos semitas descendentes de Sem, a África para os povos camitas, descendentes de Cã, e finalmente a Europa para os povos descendentes de Jafé.

3ª Linha: São mapas manuscritos conhecidos como Beatos que tiveram origem nos escritos do "Comentário sobre o Apocalipse" atribuído a Beato de Liébana, na Espanha. Estas representações vão trazer o mundo representado de forma retangular readequando o Orbis Terrarum dos romanos a teologia cristã. Nesta representação além de aparecer os continentes, europeu, asiático e norte-africano, irá trazer a representação da existência de um quarto continente, uma terra antípoda para mostrar que havia seres monstruosos nesse lugar.

4ª Linha: São os mapas anglo-normandos que aparecem durante a Idade Média Clássica (entre os anos de 1000 à 1300) - desenvolvidos pelas escolas de origem francesa e inglesa. Estes mapas parecem muito ecléticos e interessante, pois, representam a Terra como parte do corpo de Cristo. Entre estes podem ser citados os mapas-múndi, circular do Saltério de Psalter, datado de 1225 d.C., o mapa Ebstorf de 1234, com 4m de diâmetro e o mapa de Hereford de 1290, com 1,62 m de diâmetro.

Na Idade Média Clássica São Tomás de Aquino embute na ciência as obras de Aristóteles defendendo a esfericidade da Terra, mas Jerusalém não poderia ser o centro da Terra como a Igreja queria. O raciocínio Aristotélico exigia que a Terra fosse esférica e ocupava o centro do universo o que agradava os teólogos.

No mundo árabe, ao contrário, desde 827 o califa Almamune havia determinado traduzir do grego a obra de Ptolomeu, Geographike Syntaxis e Almagesto. Desse modo, através do Império Bizantino, os árabes resgataram os conhecimentos greco-romanos, aperfeiçoando-os. Foram eles que levaram para a Europa a bússola.

Com a reabertura comercial do Mar Mediterrâneo, especialmente a partir do século XI, os mapas ganharam mais importância, particularmente entre os árabes, que prosseguiram com o seu desenvolvimento.

Em poucos séculos, os mapas de navegação marítima, que passaram a ser grandemente valorizados na região mediterrânea, associados aos progressos técnicos representados pela bússola, pelo astrolábio e pela caravela, permitiram o processo das grandes navegações, marcando a passagem para a Idade Moderna.

Os portulanos introduziram a rosa-dos-ventos e motivos temáticos passaram a ilustrar as lacunas do conhecimento geográfico.

A cartografia moderna conhece um progresso imenso com os Descobrimientos portugueses, de que são exemplo os primeiros mapas a escala mundial, de Pedro Reinel, João de Lisboa, Lopo

Homem, entre outros conhecidos cartógrafos do início do Século XVI. A compilação *Portugaliae Monumenta Cartographica* contém mais de 600 mapas desde 1485 até 1700. Essa capacidade foi progressivamente exportada para outros países, nomeadamente Itália, França ou Holanda, de que nos chegaram muito mais cópias. Os cosmógrafos dos Países Baixos vão transformar este período da história da Cartografia, em um dos períodos mais ricos e de maior produção cartográfica da história da humanidade.

A Cartografia produzida nesta época é uma cartografia de primeira categoria, que passou a ser conhecida na história, como a “Idade de ouro da cartografia”, entre estes confeccionadores de mapas estão:

Mercator (1512 - 1594) - geógrafo, astrônomo e matemático, flamengo, natural de Rupelmonde, Flandres (hoje norte da Bélgica); ele representou a ruptura da influência da geografia e dos métodos geográficos de Ptolomeu, na visão e representação da Terra, durante o Renascimento. - introduz a projeção cilíndrica, que irá influenciar a cartografia seguinte nos séculos seguintes. Hoje é considerado o pai da cartografia moderna.

Em 1578, Mercator corrigiu e publicou uma versão atualizada dos 27 mapas da obra de Ptolomeu, com os quais compôs a primeira parte da sua nova coleção de mapas, que recebeu o título “*Nova et aucta orbis terrae descriptio*”. Esta obra pioneira apresentava 448 páginas in-fólio, ou seja, 56 páginas de impressão, pela dobradura em duas iguais, constituindo 4 páginas.

Mercator atribuiu o nome de “Atlas” a sua primeira coleção de mapas em 1578, em homenagem ao Titã Atlas, da mitologia grega que foi condenado por Zeus a carregar eternamente em seus ombros o peso da Terra e da abóbada celeste, além de carregar em suas costas uma grande coluna que separava a Terra do Céu

Abraão Ortélio (1527-1598) - em 1570 encorajado por Mercator, compilou uma série de mapas de autores diferentes e confeccionou a primeira coleção de mapas do Mundo moderno o “*Theatrum Orbis Terrarum*”, o qual passou a ser considerado como o primeiro “Atlas Moderno”.

Os mapas, antiga e tradicionalmente feitos usando material de escrita, a partir do aparecimento dos computadores e dos satélites conheceram uma verdadeira revolução. Atualmente são confeccionados utilizando-se software próprio (SIG, CAD ou software especializado em ilustração para mapas). Os dados assim obtidos ou processados são mantidos em bases de dados.

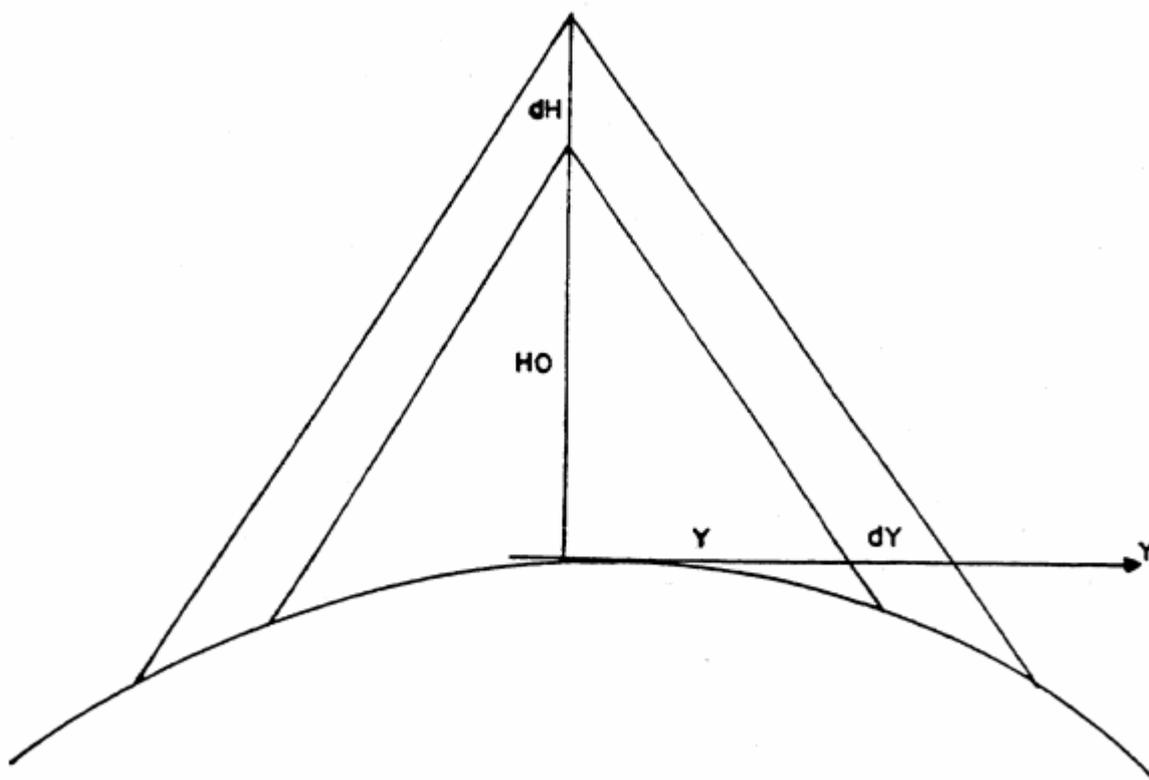
A tendência atual neste campo é um afastamento dos métodos analógicos de produção e um progressivo uso de mapas interativos de formato digital.

O departamento de cartografia da Organização das Nações Unidas é o responsável pela manutenção do mapa mundial oficial em escala 1/1.000.000 e todos os países enviam seus dados mais recentes para este departamento.

Os estudos de cartografia histórica, no Brasil, estão ligados ao processo histórico de confecção de mapas descritivos do seu território. Entre as instituições que se destacam neste segmento de estudo apontam-se:

- ✓ Serviço Geográfico do Exército (DSG)
- ✓ Diretoria de Hidrografia e Navegação (Marinha do Brasil)
- ✓ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
- ✓ Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo - IGCS

Na cartografia temática temos convenções e símbolos cartográficos que são símbolos e cores utilizados para representar os elementos desejados. Existe uma padronização internacional de símbolos e cores para facilitar a leitura e interpretação dos mapas, em qualquer parte do mundo.



Carta topográfica é a representação, em escala, sobre um plano dos acidentes naturais e artificiais da superfície terrestre de forma mensurável, mostrando suas posições planimétricas e altimétricas. A posição altimétrica ou relevo é normalmente determinada por curvas de nível, com as cotas referidas ao nível do mar.

Assim, carta topográfica é o documento que representa, de forma sistemática, geralmente em escalas entre 1:100.000 e 1:25.000, a superfície terrestre por meio de projeções cartográficas.

Note que cartas topográficas não são mapas, embora guardem com esses muitas semelhanças. Ao contrário dos mapas, que representam certas porções bem definidas do espaço terrestre, como cidades, estados, mares, países, cujos limites são físicos ou políticos; os limites de uma carta topográfica são matemáticos, geralmente meridianos e paralelos.

É elaborada a partir de aerofotogrametria. Acidentes naturais e artificiais onde elementos planimétricos (obra) e altimétricos (relevo) são geometricamente bem representados.

Utilizada para delimitação de bacias, visualização de pequenos corpos de água, para preservação e recuperação condutas de águas degradadas.

Ela inclui os elementos da natureza, como o relevo, a hipsometria (representação da altitude por meio de escala cromática), a estrutura geológica, a hidrografia e a vegetação do solo. No mapa hipsométrico, por exemplo, a representação das altitudes é feita por cores.

Quanto as cores temos:

Verde: corresponde as planícies e suas altitudes variam de 0 a 100 metros

Amarelo: corresponde aos médios planaltos e suas altitudes variam de 100 a 500 metros

Marrom: corresponde aos planaltos e suas altitudes variam de 500 a 1200 metros

Vermelho: corresponde à altitudes elevadas superiores aos 1200 metros

Branco: corresponde as baixíssimas profundidades que variam de 0 a 100 metros

Azul claro: corresponde as altíssimas profundidades de 100 a 200 metros

Azul: corresponde as altíssimas profundidades que variam de 2000 a 6000 metros

Azul marinho: corresponde as altíssimas profundidades de 6000 a 11020 metros (fossas marinhas)

Quanto a Altitude calculamos a distância vertical medida entre um ponto e um datum (uma superfície de referência) que geralmente é o nível médio do mar (MSL).

A altitude e a temperatura do local em que ela é medida normalmente são grandezas inversamente proporcionais, pois quando a altitude aumenta em 150 m a temperatura ambiente diminui aproximadamente 1 °C. Por conta disto, via de regra a temperatura ambiente diminui aproximadamente 6,5 °C a cada 1 quilômetro que a altitude aumenta. A esse valor - que nada mais é que uma taxa de variação de 6,5 °C para cada mil metros de distância vertical percorrida - dá-se o nome gradiente térmico.



Imagem: Extrato de carta topográfica.

**Altitude ortométrica:** é a distância vertical de um ponto, situado sobre a superfície terrestre, em relação a um geóide de referência.

**Altitude elipsoidal:** é a distância vertical de um ponto a um elipsoide de referência. As altitudes indicadas pelos receptores dos Sistemas de Posicionamento Global (GPS), por exemplo, são do tipo elipsoidal.

**Altitude de pressão:** muito utilizada em aeronáutica, trata-se de uma superfície atmosférica irregular, porém na qual a pressão atmosférica é constante. Se uma aeronave desloca-se, pelo ar, mantendo-se invariavelmente na mesma altitude de pressão, isso significa que a distância vertical dessa aeronave, em relação à superfície terrestre, poderá variar diversas vezes, mas a pressão atmosférica permanecerá exatamente a mesma em todos os pontos da atmosfera pelos quais essa aeronave passar.

**Em outras palavras:** uma aeronave que voa na mesma altitude de pressão é uma aeronave que voa "perseguido" um (e somente um) valor (constante) de pressão atmosférica. Esse controle de "altitude em função da pressão atmosférica" é feito pelo altímetro, seja de modo manual (pelo piloto em comando), seja de modo automático (pelo dispositivo altímetro embutido em um piloto automático de computador de bordo, de um FMS ou de algum outro aviãoico). A altitude de pressão é expressa em unidade de pressão e seu valor é calculado na atmosfera padrão.

**Variação de roll**

A Variação do ângulo de rolamento (roll) provoca o não alinhamento de varreduras consecutivas.

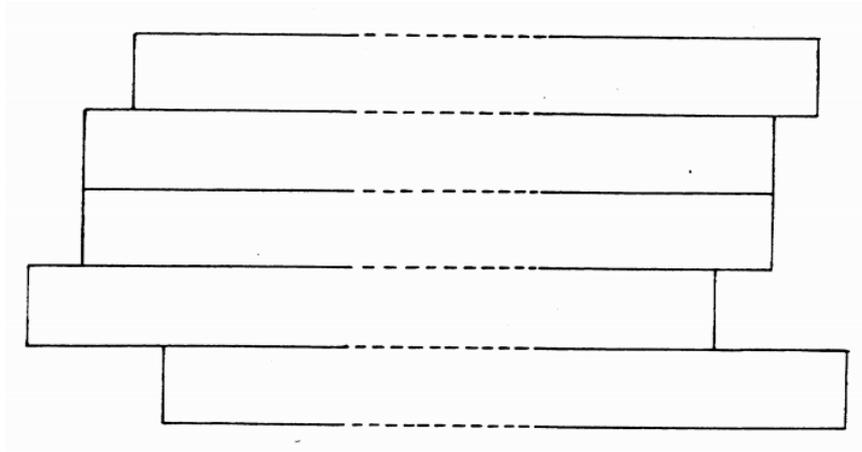


Imagem: Machado e Silva, 1989

**Variação de pitch**

A Variação do ângulo de arfagem (pitch) provoca superposições ou lacunas entre varreduras consecutivas.

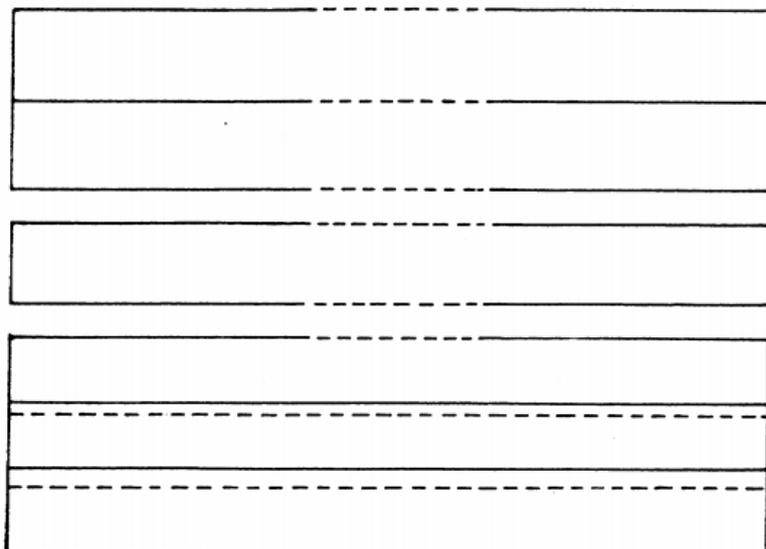


Imagem: Machado e Silva, 1989

**Distorção devido ao yaw**

Na distorção provocada pela guinada (yaw), podemos analisar que falta de alinhamento das varreduras, possui Superposições ou lacunas e efeito de “leque”.

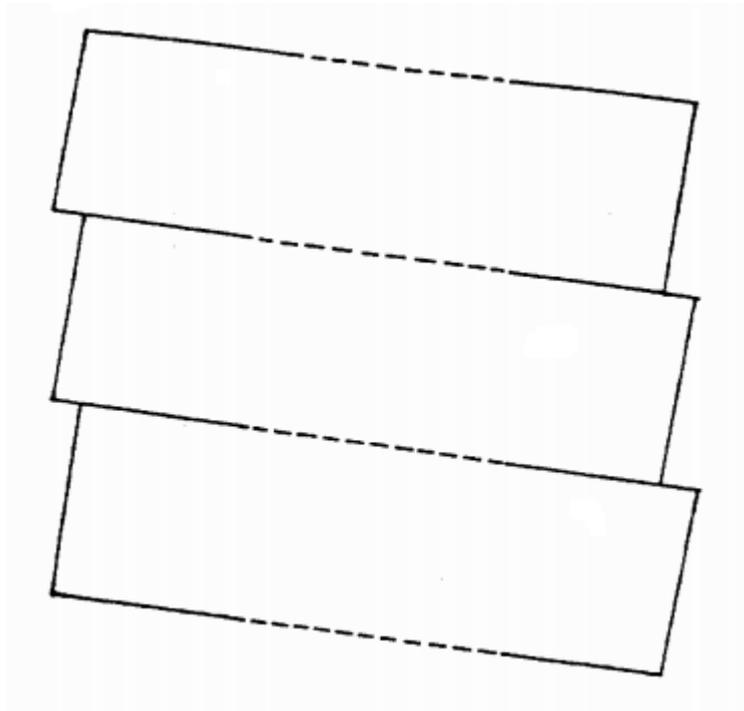


Imagem: Machado e Silva, 1989

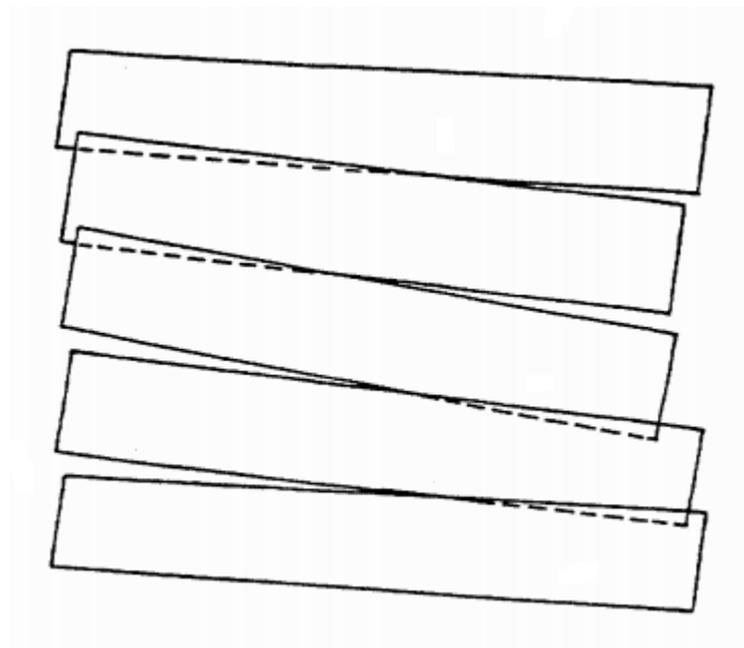


Imagem: Machado e Silva, 1989

### RESOLUÇÕES DE IMAGEM DE SATÉLITE E ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

O sistema de posicionamento global, mais conhecido pela sigla GPS (em inglês global positioning system), é um mecanismo de posicionamento por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel a sua posição, assim como o horário, sob quaisquer condições atmosféricas, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra; desde que o receptor se encontre no campo de visão de três satélites GPS (quatro ou mais para precisão maior). Encontram-se em funcionamento dois desses sistemas: o GPS americano e o GLONASS (versão russa do GPS). Existem também dois outros sistemas em implementação: o Galileo da União Europeia e o Compass chinês.

O sistema americano é administrado pelo Governo dos Estados Unidos e operado pelo Departamento de Defesa americano. A princípio, o seu uso era exclusivamente militar, estando mais recentemente disponível para uso civil gratuito. No entanto, acredita-se que, em um contexto de guerra, sua função civil seria revogada para que o dispositivo volte a ser um artifício militar. O que comprometeria a funcionalidade do GPS para o cotidiano de pessoas comuns, pois o sistema de posicionamento global, além de ser utilizado na aviação geral e comercial e na navegação marítima, também é utilizado por diversas pessoas para deslocamento nos bairros e cidades e, principalmente, para viagens.

Inclusive, com um sistema de navegação por satélite integrando um GPS, é possível encontrar o caminho para um determinado local e saber a velocidade e direção do seu deslocamento. Atualmente, o sistema está sendo muito utilizado em automóveis com um sistema de mapas. Existem diversos tipos de GPS, de diversas marcas com soluções "tudo em um", como os externos que são ligados por cabo ou ainda por bluetooth e celulares modernos (smartphones), que possuem o GPS integrado e acessível através de seus próprios aplicativos.

O sistema foi declarado totalmente operacional em 1995. Seu desenvolvimento custou 10 bilhões de dólares. Consiste numa "constelação" de 24 satélites. Os satélites GPS, construídos pela empresa Rockwell, foram lançados entre Fevereiro de 1978 (Bloco I) e 6 de Novembro de 1985 (o 29º). Cada um circula a Terra duas vezes por dia a uma altitude de 20.200 quilômetros (12.600 milhas) e a uma velocidade de 11.265 quilômetros por hora (7.000 milhas por hora), de modo que, a qualquer momento, pelo menos 4 deles estejam "visíveis" de qualquer ponto da Terra. Os satélites têm a bordo relógios atômicos e informações adicionais como os elementos orbitais de movimento e um conjunto de estações de observação terrestres.

O receptor não precisa ter um relógio de alta precisão, mas um suficientemente estável. O receptor capta os sinais de quatro satélites para determinar as suas próprias coordenadas e ainda o tempo. Então, o receptor calcula a diferença entre as distâncias dos quatro satélites pelo intervalo de tempo entre o instante local e o instante em que os sinais foram enviados (esta distância é chamada pseudodistância). Descodificando as localizações dos satélites a partir dos sinais de micro-ondas de uma base de dados interna.

As diferenças entre os tempos de chegada dos sinais ao receptor são a base para a medição de posição. Cada diferença de tempo entre dois satélites corresponde a um hiperbolóide de revolução. A linha que une esses dois satélites forma o eixo do hiperbolóide, e o receptor está localizado no ponto onde três hiperbolóides se interceptam.[1] Por isso são necessários 4 satélites.

Algumas vezes é dito incorretamente que a localização do usuário é a intercessão de três esferas. Esse seria o caso se o receptor tivesse um relógio sincronizado com os satélites, e medisse as distâncias reais a cada um, em vez da diferença de distâncias. Nesse caso haveria um complicador adicional: os intervalos de tempo não são os mesmos para um relógio em terra e um satélite em órbita pela teoria geral da relatividade. Esse desvio teria que ser levado em conta nos aparelhos.

Até meados de 2000 o departamento de defesa dos EUA impunha a chamada "disponibilidade seletiva" que consistia em um erro induzido ao sinal, impossibilitando que aparelhos de uso civil operassem com precisão inferior a 90 metros. Porém, o presidente Bill Clinton foi pressionado a assinar uma lei determinando o fim dessa interferência no sinal do sistema. Desse modo, entende-se que não há garantias que em tempo de guerra o serviço continue à disposição dos civis e com a atual precisão. No cenário militar, o GPS é também usado para o direcionamento de diversos tipos de armamentos de precisão, como as bombas JDAM (Joint Direct Attack Munition) e os famosos mísseis Tomahawk. Estas bombas "inteligentes" são guiadas a seus alvos por um sistema inercial em conjunto com um GPS; esse tipo de sistema de direcionamento pode ser usado em qualquer condição climática e garante um alto índice de acertos.

A comunidade científica utiliza o sistema de posicionamento global pelo seu relógio altamente preciso, já que durante experiências científicas de coleta de dados, pode-se registrar com precisão de microsegundos (0,000001 segundo) quando a amostra foi obtida. Naturalmente, a localização do ponto onde a amostra foi recolhida também pode ser importante. Agrimensores diminuem custos e obtêm levantamentos precisos mais rapidamente com o GPS. Unidades específicas têm custo aproximado de 3.000 dólares e precisão de 1 metro, mas existem receptores mais caros com precisão de 1 centímetro. A coleta de dados por estes receptores é mais lenta.

Guardas florestais, trabalhos de prospecção e exploração de recursos naturais, geólogos, arqueólogos, bombeiros, são enormemente beneficiados pela tecnologia do sistema. O GPS tem-se tornado cada vez mais popular entre ciclistas, balonistas, pescadores, ecoturistas, geocachers, voo livre ou por aventureiros que queiram apenas orientação durante as suas viagens. Com a popularização do GPS, um novo conceito surgiu na agricultura: a agricultura de precisão. Uma máquina agrícola dotada de receptor GPS armazena dados relativos à produtividade em um dispositivo de memória que, tratados por programa específico, produz um mapa de produtividade da lavoura. As informações permitem também otimizar a aplicação de correctivos e fertilizantes. A função de geolocalização desse sistema é a base de aplicativos de relacionamento como o Tinder e jogos de realidade aumentada como Ingress e Pokémon GO.

Geralmente categorizados em termos de demandas de uso em Geodésicos, Topográficos e de Navegação, a diferenciação entre as categorias de sistemas de posicionamento- que a princípio pode parecer meramente de preço de aquisição-, se deve à precisão alcançada, ou seja, a razão da igualdade entre o dado real do posicionamento e o oferecido pelo equipamento. Assim, sendo os mais acurados (com valores na casa dos milímetros) os receptores Geodésicos são capazes de captar as duas frequências emitidas pelos satélites (L1 e L2), possibilitando assim a eliminação dos efeitos da refração ionosférica. Os topográficos, que tem características de trabalho semelhantes à categoria anterior, mas captam somente a portadora L1, também possuem alta precisão; geralmente, na casa dos centímetros. Ambas as categorias têm aplicações técnicas, e características próprias como o pós-processamento, o que significa que, normalmente, não informam o posicionamento instantaneamente (exceto os modelos RTK, modo cinemático).

No caso da categoria de maior uso do GPS (a navegação), embora possua menor precisão de posicionamento, há várias vantagens em sua utilização; como o baixo preço de aquisição e suas aplicações como: ferramenta de equipamentos como computadores de mão, celulares, relógios, entre outros. Atualmente, com a convergência de dispositivos, existem muitas opções de Pocket PCs com GPS interno, que têm a vantagem de se poder escolher o software de localização que se pretende utilizar com eles.

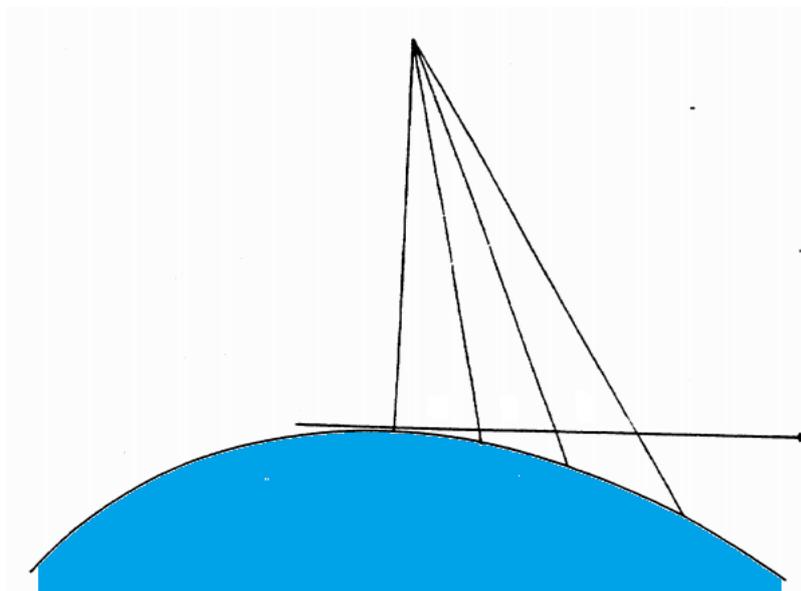
Todo satélite carrega instrumentos especiais para executar sua função no espaço. Um satélite de observação do universo, por exemplo, carrega um telescópio. Além desses instrumentos específicos, todos os satélites têm subsistemas básicos, ou seja, grupos de aparelhos que fazem os instrumentos trabalharem juntos e manter o satélite em funcionamento. Um exemplo importante é o subsistema de energia, responsável por distribuir a energia captada nos painéis solares e transformada em energia elétrica para todos os outros sistemas. Entretanto, cada sistema é criado, montado e testado individualmente. Depois de concluídos os testes, cada um é instalado no satélite de uma vez até que se complete a montagem e todos os sistemas estejam integrados. Posteriormente, o satélite é submetido a testes em condições que reproduzem àquelas a que se encontrarão no espaço. Somente depois de passar por todos os testes rigorosos estabelecidos é que o satélite pode ser lançado.

Para explicar o movimento dos satélites é preciso fazer o experimento mental que Isaac Newton fez no século XVIII. Newton imaginou um canhão no topo de uma montanha apontado na direção paralela à superfície da Terra. Ignorando-se o efeito da atmosfera, o projétil iria até uma certa distância e depois cairia na Terra. Lançando-se o mesmo projétil com velocidade maior, ele cairia a uma distância maior. Aumentando-se cada vez mais a velocidade do projétil, chegaria um ponto em que o projétil já não mais atingiria a superfície do planeta, e descreveria uma órbita circular. Mas isso não significa que a gravidade não está agindo, pois é ela que faz a trajetória ser curva (diz-se que o projétil está em contínua queda livre). Em outras palavras, a gravidade da Terra faz com que a trajetória seja curva e, se a velocidade for suficiente, esta curva nunca atinge a superfície do planeta. Se a velocidade do projétil for ainda maior, ele passará a descrever uma órbita elíptica e, se a velocidade for ainda maior, o projétil escapa da influência da gravidade do planeta.

O cientista alemão Johannes Kepler formulou, no século XVII, as três leis do movimento planetário. A primeira lei, que diz que todos os planetas orbitam o Sol numa trajetória elíptica, sendo que o Sol se localiza em um dos focos dessa elipse, pode ser aplicada aos satélites sendo que o planeta ocupa um dos focos dessa elipse. A segunda lei que diz que uma linha imaginária feita do centro do Sol ao centro do planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais é também aplicada aos satélites artificiais, pois no perigeu a velocidade do satélite é maior e no apogeu a velocidade é menor. E por fim, a terceira lei de Kepler, que afirma que a razão entre os quadrados dos períodos dos planetas é igual à razão dos cubos das distâncias médias ao Sol é obedecida pelos satélites que orbitam planetas ou qualquer objeto celeste.

Para se determinar a órbita de um satélite, pelo menos sete elementos orbitais são necessários. Esses números são chamados elementos orbitais do satélite, ou elementos Keplerianos. Por meio desses dados define-se uma elipse, sua orientação em relação à Terra e define a posição do satélite num dado instante de tempo. No modelo Kepleriano, as órbitas são elipses de forma e orientação constante, estando a Terra em um de seus focos. Mas no mundo real as coisas são diferentes, e os satélites estão sujeitos a fatores que alteram sua órbita, como a variação do campo gravitacional (pois a Terra não é uma esfera perfeita) e o arrasto causado pela atmosfera.

A projeção da órbita de um satélite na superfície da Terra é chamada rota no solo. Num dado instante de tempo imagina-se uma linha que liga o centro do planeta ao satélite. Quando essa linha intercepta a superfície esférica da Terra, encontra-se um ponto dessa rota, que pode ser definido a partir de uma latitude e de uma longitude. Enquanto o satélite se move, o traço formado pelo conjunto desses pontos forma uma rota no solo. Os satélites da órbita terrestre baixa (como a Estação Espacial Internacional), por exemplo, atingem uma latitude máxima e mínima enquanto orbitam o planeta, e por isso a curva formada por um desses satélites lembra uma curva senoidal quando feita sobre um mapa com a projeção de Mercator.



### **Modelos de correção geométrica „**

Modelos polinomiais (registro): Usam funções polinomiais determinadas através de pontos de controle.„

Modelo de correções independentes: Fontes de distorção são analisadas e modeladas de forma independente. „

Modelo fotogramétrico: Usa informações orbitais do satélite e parâmetros do sensor para relacionar um ponto da imagem com seu correspondente no terreno.

Quando um satélite deixa de executar suas funções, ele deve ser retirado de órbita ou colocado em uma órbita que não ofereça riscos a outros satélites. Para satélites na órbita terrestre baixa, o satélite deve ser colocado em uma órbita que com o arrasto causado pela atmosfera, faça com que o satélite caia na Terra antes de 25 anos.

Geralmente durante a reentrada o satélite explode, e o risco de uma peça atingir um ser humano é menor do que um em 10 000. Outra opção é colocar o satélite numa órbita destinada a satélites que já não operam mais. Foram estabelecidas quatro órbitas para essa função que ficam em altitudes menos utilizadas por outros satélites.

Existem diferentes órbitas possíveis em torno da Terra que são mais favoráveis para determinados tipos de satélites. Existem órbitas que criam a ilusão que o satélite está pairando sobre um mesmo ponto sobre a Terra, enquanto outros circulam o planeta passando sobre diversos lugares todo dia. É importante lembrar que quanto mais distante a órbita estiver da Terra, mais devagar é o movimento do satélite e, portanto, maior é o seu período orbital. Existem diferentes formas de classificação, de acordo com diversos fatores como a excentricidade, altitude e inclinação, entre outros, mas as órbitas podem ser divididas em três tipos básicos, as órbitas terrestres baixa, média e alta.

Quando um satélite atinge exatamente 42 164 quilômetros em relação ao centro da Terra (cerca de 36 mil quilômetros de altitude em relação à superfície), o seu período orbital é o mesmo período de rotação da Terra e por isso essa órbita é chamada de geossíncrona. Essa órbita geralmente tem inclinação e excentricidade diferentes de zero. Mas quando essa órbita está diretamente sobre o Equador terrestre, com inclinação e excentricidade igual a zero, é chamada de órbita geoestacionária, porque um satélite colocado nessa posição parece pairar, não tendo um movimento aparente quando visto da Terra. Os satélites meteorológicos estão geralmente localizados nessas órbitas, de onde se tem uma visão constante da mesma área, que também é bastante utilizada nas comunicações.

As órbitas terrestres altas são aquelas com altitude superior à altitude das órbitas geoestacionárias. Os satélites colocados nessa altitude geralmente possuem instrumentos científicos que tiram fotografias do Sol e monitoram o campo magnético e os níveis de radiação ao seu redor. Existem cinco pontos no espaço onde a atração gravitacional da Terra é igual a

atração gravitacional do Sol, chamados de pontos de Lagrange. Entretanto somente dois desses pontos são favoráveis para colocação de satélites, pois mesmo se forem perturbados, tendem a voltar a sua posição inicial. O SOHO é um exemplo de observador solar localizado num ponto de Lagrange entre nosso planeta e o Sol, a cerca de 1,5 milhões de quilômetros da Terra.

A Órbita terrestre média, como estão mais próximos da Terra, levam menos de 24 horas para completar seus períodos orbitais. Existem dois tipos de órbitas notáveis nessa altitude. A primeira é a órbita semissíncrona, uma órbita praticamente circular a uma altitude de 20 200 quilômetros da superfície na qual o satélite leva doze horas para completar uma revolução. Por isso, a cada 24 horas o satélite passa sobre o mesmo ponto no Equador duas vezes. As órbitas dos satélites do Sistema de Posicionamento Global (GPS) são desse tipo.

O segundo tipo de órbita importante é a órbita Molniya, que foi criada pelos russos e é utilizada para observação das altas latitudes. As órbitas geoestacionárias estão localizadas sobre o Equador e por isso as latitudes altas tanto do hemisfério norte quanto do hemisfério sul ficam em desvantagem. Por isso a órbita Molniya é melhor para transpor esse obstáculo. Esse tipo de órbita é altamente excêntrico e quando passa muito perto da Terra sua velocidade é relativamente alta.

Quando ele vai se afastando, a velocidade diminui até que ele atinge o ponto mais distante da Terra. Nessa órbita os satélites levam doze horas para dar uma volta completa ao redor da Terra, mas mais de dois terços desse tempo ele passa sobre um mesmo hemisfério, sendo, por isso utilizada nas comunicações entre localidades muito ao norte e muito ao sul.

Uma órbita terrestre baixa é aquela cuja altura é inferior a mil quilômetros de altitude, onde se encontram diversos tipos de satélite. Quando a inclinação da órbita do satélite é alta, eles passam sobre as regiões polares, por isso essas órbitas são chamadas órbitas polares. Geralmente localizadas até 2000 km de altitude, esse tipo de órbita permite que o satélite tenha uma cobertura praticamente total sobre a superfície do planeta, já que executa várias translações por dia.

Existe um tipo de órbita chamada órbita heliossíncrona, na qual um satélite sempre cruza a linha do Equador no mesmo horário, ou seja, a posição do sol em relação ao satélite é a mesma. Por exemplo, o satélite Terra da NASA, que está numa órbita heliossíncrona, cruza o Equador sobre o Brasil às 10:30 da manhã. Quando o satélite completar seu período de 99 minutos, atravessará a linha do Equador novamente sobre a Colômbia ou Equador, onde será também 10:30 no horário local, e assim sucessivamente. Esse tipo de satélite é importante para a ciência porque o ângulo do sol na superfície é sempre o mesmo, apenas varia com as mudanças das estações. Isso permite que cientistas possam comparar imagens de uma mesma área de uma mesma estação por vários anos sem a variação de luminosidade do Sol, que poderia criar ilusões de mudança.

### AQUISIÇÃO DAS IMAGENS E A COMBINAÇÃO DE BANDAS

Em pesquisas de Sensoriamento Remoto, a utilização de imagens de satélite como matéria prima para a produção de mapas é uma das grandes inovações no segmento do geoprocessamento, pois possibilita uma gama enorme de análises espaciais e temporais. Como o ambiente sofre alterações constantes pela ação antrópica, a interpretação de imagens de satélite é uma fonte direta de se determinar a dinâmica dos processos envolvidos em tais alterações.

Como exemplo, a região de Nova Lima em Minas Gerais apresenta topografia incomum e isto se deve aos diversos processos deformacionais sofridos pelas rochas ao longo de sua evolução geológica, assim como uma resposta das mesmas aos agentes intempéricos atuantes. Nova Lima encontra-se regionalmente no domínio morfo-estrutural denominado Serras do Quadrilátero Ferrífero, classificada como uma paisagem de vertentes com vales encaixados e com elevada declividade.

Os compartimentos de colinas, cristas, vertentes ravinadas e vales encaixados estão presentes na região. O relevo de colinas, predominantemente côncavo-convexas foi originado da dissecação fluvial em clima tropical úmido. Essa morfologia apresenta vertentes ravinadas e vales encaixados ocupando a maior área do município.

Apesar de ser um município onde a extração mineral proporcionou mudanças em seu território, Nova Lima apresenta grande parte de sua vegetação nativa preservada, sendo possível encontrar grandes áreas verdes ao longo de seu território. Tal condição se deve ao fato da legislação ambiental exigir das mineradoras que mantenham tais áreas preservadas em contrapartida aos impactos que causam em suas áreas de operação. Outro ponto positivo neste quesito é a presença dos condomínios que mesmo ocupando áreas de vegetação nativa são responsáveis pela salvaguarda da mesma, pois o grande atrativo de se morar em um condomínio é o contato com a natureza, além é claro do status, contudo, a legislação ambiental restringe a retirada de determinada porcentagem de vegetação em caso de construção.

Em relação ao uso e ocupação do solo, o município de Nova Lima apresenta uma mancha urbana ao norte (sede municipal) e a leste, as margens da BR-040, localiza-se o bairro Jardim Canadá, que é autônomo da sede municipal. Outros bairros de menor expressão estão distribuídos ao longo de seu território, porém de forma esparsa. As mineradoras presentes em Nova Lima estão distribuídas ao longo de seu território, contudo, as atividades mais perceptíveis estão presentes nas áreas em que se faz a extração de minério de ferro, visto que, a extração deste mineral é realizada a céu aberto por meio de cavas de variadas profundidades.

O estudo feito com o programa Landsat (Land Remote Sensing Satellite) foi desenvolvido pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) no final da década de 60 objetivando coletar dados sobre os recursos naturais renováveis e não renováveis da superfície terrestre.

Em estudos de Sensoriamento Remoto que envolve imagens multiespectrais provenientes de sensores remotos, a classificação digital de imagens é uma metodologia bastante utilizada para elaboração de mapas temáticos.

Os resultados da classificação digital de imagens de satélites pode variar de acordo com a data de aquisição dos dados, resolução espacial, espectral e radiométrica do sensor.

A maioria dos satélites artificiais de imageamento, denominados passivos, dependem de uma fonte de iluminação secundária (solar) para captar e gerar imagens da superfície terrestre. Portanto, áreas com relevo acidentado terão maior ocorrência de sombra do lado oposto à incidência solar.

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ou IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) é um índice utilizado principalmente em pesquisas de cunho ambiental, pois permite fazer análises sobre a cobertura vegetal de determinada região em diversas escalas.

Em se tratando de pesquisas utilizando imagens de satélite, o NDVI é um índice muito utilizado, pois, reduz o efeito topográfico e apresenta uma escala de medida linear entre -1 e 1.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é obtido pela razão entre a diferença da reflectância do infravermelho próximo (NIR) e a reflectância do vermelho (R), dividida, respectivamente, pela soma das mesmas. Para o cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada a expressão:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é um indicador da proporção e da condição da vegetação verde. Geralmente para superfícies com presença de alguma vegetação o valor do NDVI é positivo, para superfícies sem vegetação o valor é nulo, já para a água e nuvens o valor geralmente é negativo.

Quanto mais próximo do extremo positivo, maior a densidade da cobertura vegetal, ou seja, condiz com seu estágio denso e desenvolvido. Esse valor diminui gradativamente para cobertura vegetal menos densa, que apresenta valores positivos, porém não muito elevados.

As Coordenadas Geográficas representam uma posição horizontal utilizando o sistema de mapeamento da Terra. Expressam uma posição horizontal no planeta mediante duas coordenadas, das três existentes no sistema esférico de coordenadas, alinhadas com o eixo de rotação terrestre.

### CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

O processo de Classificação de Imagens de Satélite é um tópico que chama a atenção de estudantes de profissionais que focam seus trabalhos na área de Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagens (PDI).

Para localizar um lugar na superfície terrestre de forma exata é necessário usar duas indicações, cada uma composta de uma letra e de um número. Utilizando elementos de referência da rede cartográfica ou geográfica de indicação no mapa.

O uso dos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste) como guia, não permitem localizar com exatidão um ponto na superfície terrestre porque é um instrumento para trabalhar em pequenas distâncias num plano de duas dimensões.

O sistema de mapeamento da Terra por meio de coordenadas geográficas expressa posições horizontais no planeta mediante duas coordenadas do sistema esférico de coordenadas, alinhadas com o eixo de rotação da Terra.

Quando dizemos que a área X está a leste de Y, esta apenas indica uma direção. Para saber com exatidão onde se localiza qualquer ponto da superfície terrestre (uma cidade, um porto, uma ilha, etc.) usamos as coordenadas geográficas.

As coordenadas geográficas baseiam-se em diversas linhas imaginárias horizontais e verticais traçadas sobre o globo terrestre:

Os paralelos são linhas paralelas ao equador que circundam a Terra a própria linha imaginária do equador é um paralelo;

Os meridianos são linhas semicirculares, isto é, linhas de 180° que ligam os pólos, eles vão do Polo Norte ao Polo Sul e cruzam com os paralelos.

Cada meridiano possui o seu antimeridiano, isto é, um meridiano oposto que, junto com ele, forma uma circunferência. Todos os meridianos têm o mesmo tamanho. Convencionou-se que o meridiano de Greenwich, que passa pelos arredores da cidade de Londres, na Inglaterra, é o meridiano principal.

A partir dos paralelos e meridianos, estabeleceram-se as coordenadas geográficas, que são medidas em graus, para localizar qualquer ponto da superfície terrestre.

Existem pelo menos quatro modos de designar uma localização exata para qualquer ponto na superfície do globo terrestre.

Nos três primeiros sistemas, o globo é dividido em latitudes, que vão de 0 a 90 graus (norte ou sul) e longitudes, que vão de 0 a 180 graus (Leste ou Oeste). Para efeitos práticos,

usam-se as siglas internacionais para os pontos cardeais: N=Norte/North, S=Sul/South, E ou L=Leste/East, O ou W=Oeste/West.

Para as longitudes, o valor de cada unidade é bem definido, pois a metade do grande círculo tem 20003,93km, dividindo este último por 180, conclui-se que um grau (°) equivale a 111,133 km. Dividindo um grau por 60, toma-se que um minuto (') equivale a 1852,22 m (valor praticamente idêntico ao da milha náutica). Dividindo um minuto por 60, tem-se que um segundo (") equivale a 30,87 m.

Para as latitudes, há um valor específico para cada posição, que aumenta de 0 na Linha do Equador até aos Polos, onde está o seu valor máximo (90° de amplitude do ângulo).

### **Graus, minutos, segundos**

Neste sistema, cada grau é dividido em 60 minutos, que por sua vez se subdividem, cada um, em 60 segundos. A partir daí, os segundos podem ser divididos decimalmente em frações cada vez menores.

### **Minutos decimais**

Neste sistema, cada grau é dividido em 60 minutos, que por sua vez são divididos decimalmente.

### **Graus Decimais**

Neste sistema, cada grau é dividido em frações decimais.

A forma de nomeação difere um pouco dos dois primeiros sistemas: a latitude recebe a abreviatura lat e a longitude, long. Há valores positivos e negativos. Os valores positivos são para o Norte (latitude) e o Leste (longitude) e não recebem um símbolo específico. Os valores negativos são para o Sul (latitude) e o Oeste (longitude), sendo acrescidos do símbolo.

### **Universal Transversa de Mercator**

Para efeitos de comparação, este sistema usa três dados ao invés de dois. O primeiro é o setor do globo terrestre, o segundo é a distância relativa ao centro do meridiano sempre 500000,00 m e o terceiro é a distância do Polo Sul (para lugares no Hemisfério Sul) ou da Linha do Equador (para lugares no Hemisfério Norte).

### SENSORES ATIVOS E SENSORES PASSIVOS

Sensores são dispositivos capazes de detectar e registrar a radiação eletromagnética, em determinada faixa no espectro eletromagnético e gerar informações que possam ser transformadas num produto possível de interpretação, seja na forma de imagem, na forma de gráfico ou qualquer outra forma.

Os sensores passivos dependem que ocorra a iluminação da superfície da Terra pelo sol, porém é possível capturar durante a noite, a energia naturalmente emitida pela Terra (infravermelho termal) desde que exista quantidade suficiente de energia para ser gravada.

Os sensores ativos, por outro lado, possui sua própria fonte para iluminação. O sensor emite radiação que é direcionada para o alvo que se deseja investigar. A radiação refletida do alvo é detectada e medida pelo sensor.

Um sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico/químico de maneira específica e que pode ser transformado em outra grandeza física para fins de medição e/ou monitoramento. Desta forma, o sensor associado a um módulo de transformação do estímulo em uma grandeza para fins de medição e/ou monitoramento pode ser definido como transdutor ou medidor, que converte um tipo de energia em outro.

Os sensores são largamente usados na medicina, indústria, agricultura e robótica como meio de prover informações de processos físicos/químicos/biológicos em substituição à capacidade humana (sentidos humanos) e em apoio ao monitoramento e ao controle desses processos.

Diferenciando um sensor de um transdutor, apesar de parecer a mesma coisa. Sensor é o dispositivo que vai receber o estímulo geralmente físico, químico ou biológico, e transdutor vai transformar este estímulo, relacionado a uma energia, em outro tipo de energia para fins de observação. Por exemplo, um termômetro tem como sensor o mercúrio, que se expande com o aumento da temperatura, sendo o tubo capilar que contém o mercúrio com uma escala ao lado sendo o transdutor.

Um sensor pode ter intrínseco a ele um transdutor, ou seja, ele se sensibiliza com uma grandeza física/química/biológica e reage com uma saída que pode ser em outra grandeza. Assim, o termômetro pode ser um sensor de temperatura, entre muitos outros. Mas um transdutor não necessariamente é um sensor, pois ele apenas converte um sinal em outro, uma energia em outra. A literatura está repleta de tentativas de definir os termos "sensor" e "transdutor", sendo alvo de trabalhos em várias instituições internacionais relacionadas a desenvolvimento de padrões.

Como o sinal é uma forma de energia, os sensores podem ser classificados de acordo com o tipo de energia que detectam.

#### **Sensores ópticos:**

Células solares, fotodiodos, fototransistores, tubos foto-elétricos, CCDs, radiômetro de Nichols, sensor de imagem.

### **Sensores de som:**

Microfones, hidrofone, sensores sísmicos.

### **Sensores de temperatura:**

Termômetros, termopares, resistores sensíveis a temperatura (termístores), termômetros bimetálicos e termostatos.

### **Sensores de calor:**

Bolometro, calorímetro.

### **Sensores de radiação:**

Contador Geiger, dosímetro

### **Sensores de partículas subatômicas:**

Cintilômetro, câmara de nuvens, câmara de bolhas

### **Sensores de resistência elétrica:**

Ohmímetro

### **Sensores de corrente elétrica:**

Galvanômetro, amperímetro

### **Sensores de tensão elétrica:**

Electrômetro, voltímetro

### **Sensores de potência elétrica:**

Wattímetro

### **Sensores magnéticos:**

Compasso magnético, compasso de fluxo de porta, magnetômetro, dispositivo de efeito Hall.

### **Sensores de pressão:**

Barômetro, barógrafo, pressure gauge, indicadores da velocidade do ar, variômetro, por Ressonância

### **Sensores de fluxo de gás e líquido:**

Sensor de fluxo, anemômetro, medidor de fluxo, gasômetro, aquômetro, sensor de fluxo de massa

### **Sensores de nível de líquido e sólido:**

Sensor de nível, medidor de líquido, sensor de nível de grão.

### **Sensores químicos:**

Eletrodo ion-selectivo, eletrodo de vidro para medição de pH, eletrôdo redox, sonda lambda

### **Sensores de movimento:**

Arma radar, velocímetro, tacômetro, hodômetro, coordenador de giro

### **Sensores de orientação:**

Giroscópio, horizonte artificial, giroscópio de anel de laser

### **Sensores mecânicos:**

Sensor de posição, selsyn, chave, strain gauge

### **Sensores de força:**

Strain gauge

### **Sensores de vibração:**

Acelerômetros

### **Sensores de proximidade ou presença:**

Um tipo de sensor de distância, porém menos sofisticado, apenas detecta uma proximidade específica. Uma combinação de uma fotocélula e um LED ou laser. Suas aplicações são nos telefones celulares, detecção de papel nas fotocopiadoras entre outras.

### **Sensores de distância (sem contato):**

Uma série de tecnologias podem ser aplicadas para captar as distâncias:

Captação auto enviável e livre

Varredura por laser - Um raio de laser é enviado ao alvo por um espelho. Um sensor de luz responde quando o raio é refletido de um objeto ao sensor; então a distância é calculada por triangulação.

Acústicos: usam o retorno do eco de Ultra-som que se propagam na velocidade do som. Usada nas câmeras polaroid do meio do século 20 e também aplicado na robótica.

Sistemas mais antigos como Fathometros (e localizadores de peixes) e outros sistemas Sonar (Sound Navigation And Ranging) em aplicações navais utilizavam em sua maiorias frequências de sons audíveis.

Foco - Lentes de grande abertura são focalizadas por um sistema motorizado. A distância de um elemento "em foco" pode ser determinada pela posição das lentes.

Binocular - Duas imagens são obtidas em uma base conhecida e colocadas em coincidência por um sistema de espelhos e prismas. O ajuste é utilizado para determinar a distância. Usado em algumas câmeras (chamadas câmara detectores de distância) e em escala maior em detectores de distância em navios de guerra

Tempo-de-voe eletromagnético - Gera um impulso eletromagnético, o envia, depois mede o tempo que o pulso leva para retornar.

Comumente conhecido como - RADAR (Radio Detection And Ranging) são agora acompanhados pelo análogo LIDAR (Light Detection And Ranging. Veja o item a seguir), todos sendo ondas eletromagnéticas. Os sensores acústicos são um caso especial em que um transdutor é usado para gerar uma onda a partir da compressão de um fluido médio (ar ou água).

Tempo-de-voe por luz - Usado em equipamentos de pesquisa mordernos, um curto pulso de luz é emitido e retornado por um retroreflector. O tempo de retorno do pulso é proporcional à distância e é relacionado à densidade atmosférica em um modo previsível.

Roda ou faixas por código Gray- uma certa quantia de fotodetectores pode sentir uma imagem, criando um número binário. O código Gray é uma imagem modificada que garante que apenas um bit de informação mude a cada passo medido, desse modo evitando ambiguidades.

Sistemas inicializados - Estes requerem um começo de uma distância conhecida e acumulam mudanças na medida.

Laser coerente - A interferência entre uma onda de luz transmitida e refletida é contada e a distância é calculada. Possui uma alta precisão.

Roda Quadrature - Uma máscara em formato de disco é movida por um conjunto de engrenagens. Duas fotocélulas detectando a passagem de luz através da máscara podem determinar o giro da máscara e a direção desta rotação.

Sensores de Fluxo, também conhecidos como "chave de fluxo" ou "fluxostato", funcionam com contato reed switch e pistão magnético. O deslocamento desse pistão (proporcional à vazão da tubulação) é o que abre ou fecha o contato do reed switch. O pistão é controlado por uma mola, retornando à posição inicial quando não há fluxo, mesmo que exista pressão.

Os Sensores de Fluxo ICOS são versáteis por permitirem ajuste da sensibilidade de vazão certa para sua aplicação. São os únicos fluxostatos do mercado que permitem configurar na própria peça o set-point de fluxo ideal a ser detectado. Um mesmo Sensor pode ser utilizado em aplicações de vazões distintas (desde que estejam dentro da faixa de detecção do Sensor).

### LINHAS GEOGRÁFICAS IMAGINÁRIAS

As linhas geográficas imaginárias foram criadas para efeitos de divisão cartográfica.

#### Paralelos

- ✓ Círculo polar Ártico (66°34'N)
- ✓ Trópico de Câncer (23°26'N)
- ✓ Paralelo 20° N (20°N)
- ✓ Paralelo 10° N (10°N)
- ✓ Equador (0°)
- ✓ Paralelo 10° S (10°S)
- ✓ Paralelo 20° S (20°S)
- ✓ Trópico de Capricórnio (23°26'S)
- ✓ Círculo Polar Antártico (66°34'S)

#### Linhas de Longitude

- ✓ Meridiano de Greenwich (0°)
- ✓ Linha Internacional de Data (180°) ou Meridiano 180°

O Meridiano de Greenwich ou Meridiano Principal é o meridiano que passa sobre a localidade de Greenwich (no Observatório Real, nos arredores de Londres, Reino Unido) e que, por convenção, divide o globo terrestre em ocidente e oriente, permitindo medir a longitude. Foi estabelecido por Sir George Biddell Airy em 1851. Definido por acordo internacional em 1884, enfrentou uma concorrência com a França (seria denominado "meridiano de Paris"), Espanha, (seria denominado "meridiano de Cádiz") e com Portugal, (seria denominado "meridiano de Coimbra"), antes de ser definido como o primeiro meridiano. Assim foi definido graças ao poder da grande potência da época, a Inglaterra. Serve de referência para calcular distâncias em longitudes e estabelecer os fusos horários. Cada fuso horário corresponde a uma faixa de quinze graus de longitude de largura, sendo a hora de Greenwich chamada de Greenwich Mean Time (GMT).

O Meridiano de Greenwich atravessa três continentes (Europa, África e Antártida) e sete países (na Europa: Reino Unido, França e Espanha; e na África: Argélia, Mali, Burkina Faso e Gana). Seu antimeridiano é o meridiano 180, que coincide fugazmente com a irregular Linha Internacional de Data, cruza uma parte da Rússia no estreito de Bering e uma das ilhas do arquipélago de Fiji, no oceano Pacífico.

Em astronomia, os trópicos definem-se pelas linhas que separam as regiões da superfície de um planeta que, em virtude da rotação deste, cruzam em algum momento o plano orbital do planeta, daquelas regiões que, situadas mais ao norte ou mais ao sul que os trópicos, encontram-se sempre em um dos hemisférios definidos pelo plano orbital.

Não se devem na definição confundir plano orbital e plano equatorial. O primeiro corresponde ao plano que contém a órbita do planeta ao redor de sua estrela, e o segundo corresponde ao plano que contém o centro e é perpendicular ao eixo de rotação do planeta. De forma geral, há um ângulo esférico entre o plano orbital e o plano equatorial de um planeta ou astro a orbitar sua estrela central. No caso da Terra, esse ângulo atrela-se diretamente à popularmente conhecida "inclinação do eixo da Terra", e vale aproximadamente 23,5 graus.

Conforme acima definidos, os trópicos do planeta coincidem com círculos de latitude cujos valores medidos a partir do equador igualam-se em módulo ao ângulo entre os planos orbital e equatorial do planeta.

Em termos observacionais, a estrela só se apresenta em algum momento ao longo do ano visível no zênite para observadores posicionados em regiões situadas entre os trópicos (zona tropical), ou em limite para observadores justamente sobre os trópicos. Para observadores situados nas demais regiões, entre um dos trópicos e o correspondente polo geográfico, a estrela central, quando vista, encontrar-se-á, sempre, ou a norte ou ao sul de sua localidade. Para além dos trópicos, não há dia algum do ano no qual um objeto vertical deixe de produzir sombra. Na região tropical, objetos verticais não produzirão sombra em ao menos um dia do ano.

Em geografia, chamam-se "trópicos" (do grego "tropikos" que significa "uma volta completa") aos paralelos geográficos que delimitam a zona onde a projeção zenital dos raios do Sol ocorre ao menos uma vez ao longo do ano. Nos trópicos, a projeção zenital da luz define os momentos dos solstícios.

Devido à inclinação do eixo do planeta permanecer, considerados intervalos de tempo adequados, sempre unidirecional em relação às estrelas de fundo, no período de uma órbita completa em torno do sol, a inclinação dos raios de sol junto à superfície da terra modifica-se ciclicamente, interferindo na duração dos dias e noites em cada local e determinando as estações do ano. As zonas entre os trópicos são, em média, as que mais recebem radiação solar, e por conseguinte as com maiores médias de temperatura: definem a zona tropical do planeta.

O trópico de Câncer é o trópico ao norte do equador terrestre, correspondendo ao paralelo  $23.4378^{\circ}$  ( $23^{\circ}26'16''$ ) de latitude norte. Junto com o equador, delimita a zona tropical norte. Projetado no céu, contém a declinação mais setentrional da Eclíptica em relação ao equador celeste.

O trópico de Capricórnio é o paralelo situado  $23.4378^{\circ}$  ao sul do equador terrestre ( $23^{\circ}26'16''$  de latitude sul). Delimita junto com o equador a zona tropical sul. Projetado no céu, contém a declinação mais meridional da Eclíptica em relação ao equador celeste.

A área da Terra limitada pelo Trópico de Câncer e pelo Trópico de Capricórnio, cujo centro é a Linha do Equador, é denominada "região tropical" ou região intertropical. Ao norte do Trópico de Câncer e ao sul do Trópico de Capricórnio, o sol nunca alcança o zênite do observador.

### SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS - Geographic Information System, do acrônimo/acrônimo inglês) é um sistema de hardware, software, informação espacial, procedimentos computacionais e recursos humanos que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.

O SIG separa a informação em diferentes camadas temáticas e armazena-as independentemente, permitindo trabalhar com elas de modo rápido e simples, permitindo ao operador ou utilizador a possibilidade de relacionar a informação existente através da posição e topologia dos objetos, com o fim de gerar nova informação.

A sobreposição de um ou mais mapas é um recurso interessante quando se busca apresentar e comparar diferentes dados e informações, referentes a uma mesma localidade, em um único mapa.

A representação de informações em mapas diferentes não impede a comparação entre elas, contudo, a vantagem de sobrepô-las em um só mapa se deve à possibilidade de verificar exatamente os pontos ou as áreas de ocorrência de cada informação, facilitando a comparação visual entre elas.

Os SIGs permitem compatibilizar a informação proveniente de diversas fontes, como informação de sensores espaciais (detecção remota / sensoriamento remoto), informação recolhida com GPS ou obtida com os métodos tradicionais da Topografia. Estas informações poderão ser sintetizadas em mapas temáticos sobre a área de estudo.

Um SIG pode ser considerado um instrumento para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planejamento urbano e regional, meio rural e levantamento de recursos renováveis. Um exemplo bem conhecido de um proto SIG é o trabalho desenvolvido pelo Dr. John Snow em 1854 para situar a fonte causadora de um surto de cólera na zona do Soho em Londres, cartografando os casos detectados. Esse protoSIG permitiu a Snow localizar com precisão um poço de água contaminado como fonte causadora do surto.

### DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

Estes sistemas fornecem uma série de ferramentas para construção de entidades geométricas planas (como linhas, curvas, polígonos) ou mesmo objetos tridimensionais (cubos, esferas, etc.). Também disponibilizam ferramentas para relacionar essas entidades ou esses objetos, por exemplo: criar um arredondamento (filete) entre duas linhas ou subtrair as formas de dois objetos tridimensionais para obter um terceiro.

Uma divisão básica entre os softwares CAD é feita com base na capacidade do programa em desenhar apenas em 2 dimensões ou criar modelos tridimensionais também, sendo estes últimos subdivididos ainda em relação a que tecnologia usam como modelador 3D. Existem basicamente dois tipos de modelagem 3D: por polígonos e por NURBS. Nos softwares pode haver intercâmbio entre o modelo 3D e o desenho 2D (por exemplo, o desenho 2D pode ser gerado automaticamente a partir do modelo 3D).

Existem modelos de CAD específicos que simulam as condições de fabricação, ou seja, as ferramentas usadas no desenho são as mesmas disponíveis no chão de fábrica (estes são geralmente chamados programas CAM). Também na arquitetura existem CADs específicos que desenharam paredes, telhados e outras construções automaticamente. Os softwares mais avançados de CAD usam o chamado modelagem paramétrica, que permite modificações do desenho pela simples entrada de números indicando dimensões e relações entre as entidades ou objetos desenhados.

Desenho assistido por computador (DAC) ou CAD (do inglês: computer aided design) é o nome genérico de sistemas computacionais (software) utilizados pela engenharia, geologia, geografia, arquitetura e design para facilitar o projeto e desenho técnicos. No caso do design, este pode estar ligado especificamente a todas as suas vertentes (produtos como vestuário, eletroeletrônicos, automobilísticos, etc.), de modo que os jargões de cada especialidade são incorporados na interface de cada programa.

- ✓ 1950 – Início de aplicações de computadores em auxílio das engenharias. Criação de gráficos monocromáticos a partir de um computador.
- ✓ 51 – Aparecimento dos primeiros terminais gráficos e impressoras
- ✓ 53 - Aparecimento das primeiras impressoras
- ✓ 58 – Dispositivos de aquisição de dados
- ✓ 62 – Primeiro trabalho gráfico em três dimensões
- ✓ 70 – A IBM revoluciona o mercado CAD com a padronização da linguagem gráfica e técnicas computacionais para 3D
- ✓ 80 – Começa-se a desenvolver sistemas que interliguem os softwares directamente à produção
- ✓ 90 – Desenvolvimento de sistemas operacionais robustos para a aplicação em computadores, redução de custos em hardware e "super" utilizadores especializados

Os ambientes computacionais são ferramentas indispensáveis para o processo de criação, desenvolvimento, apresentação e representação das formas e do espaço arquitetônico. Existem diversos dispositivos de hardware e softwares dedicados que auxiliam o arquiteto a desenvolver suas atividades com melhores resultados.

Atualmente é também uma área de conhecimento com intensa produção acadêmica, com diversos professores-pesquisadores de destaque, tais como George Stiny, Gerhard Schmitt, William Mitchel, John S. Gero, entre outros. Da mesma forma, existem diversas associações internacionais para estudo desta área. Na América do Sul é representada pela SIGraDi.

Existem diversos softwares dedicados para arquitetura. Podemos dividir os softwares nas áreas de cad2d e cad 3d, modelagem 3d, animação e realidade virtual. Entre eles AECOsim Building Designer, ArchiCAD, Autocad, ArchiStation, linuxcad, Revit, VectorWorks, QCad, 3D Studio Max, Rhino3d, Blender3d, Alias, DataCAD, Google SketchUp, SPIRIT, MSCAD, Ashampoo 3D CAD Professional, ArCon entre outros.

Se o mapa cobrir uma grande área da superfície terrestre, de modo a que a curvatura da Terra ou a ondulação do geoide possam já influir na medição de distâncias e na precisão pretendida na representação, ter-se-á de escolher uma projeção cartográfica. Matematicamente, esta é uma função que transforma coordenadas polares ou geodésicas (latitude, longitude) em coordenadas do plano do mapa. Necessariamente, isto provoca distorção.

Características gerais dos mapas:

Representação plana;

Geralmente em escala pequena;

Área delimitada por acidentes naturais (bacias, planaltos, chapadas, etc.), político-administrativos;

Destinação a fins temáticos, culturais ou ilustrativos.

Generalizando: um mapa é a representação no plano, normalmente em escala pequena, dos aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de uma área tomada na superfície de uma Figura planetária, delimitada por elementos físicos, político-administrativos, destinada aos mais variados usos, temáticos, culturais e ilustrativos.

Todo planisfério apresenta distorções, pois é impossível representar perfeitamente uma superfície esférica em um plano. Cabe a quem confecciona o mapa, optar qual a característica será mantida:

- ✓ se a forma (mapa conforme)
- ✓ se a distância (mapa equidistante)
- ✓ se a área (mapa equivalente)

Quanto à técnica empregada na sua confecção, as projeções podem ser :

✓ Cilíndrica

O Plano de projeção é um cilindro envolvendo a esfera terrestre

✓ Cônica

O plano de projeção é um cone envolvendo a esfera terrestre

✓ Azimutal

O plano de projeção é um plano tangente à esfera terrestre

Para o desenho assistido por computador é necessário ter conhecimento sobre o conceito de mapas físicos, como segue:

**Mapa geomorfológico** - representa as características do relevo de uma região.

**Mapa climático** - indica os tipos de clima que atuam sobre uma região.

**Mapa hidrográfico** - mostra os rios e bacias que cortam uma região.

**Mapa biogeográfico** - aponta os tipos de vegetação que cobrem uma determinada localização.

**Mapa em alto relevo** - representação tri-dimensional, geralmente do relevo de uma região, materializado como um artefato físico.

Elementos de um mapa:

**Título:** nome que indica o que o mapa está representando, contendo informações como o recorte espacial, o período de tempo e a temática em geral.

**Escala:** informação de quantas vezes o terreno real (no caso a Terra ou parte dela) foi reduzido em relação ao mapa.

**Legenda:** identifica os símbolos e as cores usados no mapa.

**Orientação:** aponta no mapa o rumo da rosa-dos-ventos

**Fonte:** entidade responsável pela realização do mapa

A projeção cartográfica é definida como um tipo de traçado sistemático de linhas numa superfície plana, destinado à representação de paralelos de latitude e meridianos de longitude da Terra ou de parte dela, sendo a base para a construção dos mapas. A representação da superfície

terrestre em mapas será sempre diferente e nunca será verdadeira pois sempre será possível ser modificada e nunca será isenta de distorções. Nesse sentido, as projeções cartográficas são desenvolvidas para minimizarem as imperfeições dos mapas e proporcionarem maior rigor científico à cartografia.

### TIPOS DE PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

#### Método

**Projeção Geométrica:** Baseia-se em princípios da Geometria. Pode ser obtida pela intersecção, sobre a superfície de projeção, do feixe de retas que passa por pontos da superfície de referência partindo sempre de um ponto (centro perspectivo).

**Projeção Analítica:** Baseia-se em formulações matemáticas obtidas com o objetivo de se atender condições previamente estabelecidas.

#### Superfície de Projeção

**Projeção Azimutal:** Também chamada de Projeção Plana, é um tipo de projeção usada comumente para representação das áreas polares pois parte sempre de um ponto para a representação da(s) área(s), por isso é usado para pequenas áreas. Pode ser de três tipos: Polar, Equatorial e Oblíqua (chamada também de horizontal).

**Projeção cônica:** A superfície terrestre é representada num cone envolvendo o globo terrestre. Os paralelos formam círculos concêntricos e os meridianos são linhas retas que convergem para os polos, as deformações ocorrem conforme se afastam do paralelo padrão (paralelo de contato com o cone). A projeção é utilizada para representar áreas continentais (como regiões e continentes), ou seja, é região equatorial.

**Projeção cilíndrica:** A superfície terrestre é representada num cilindro envolvendo o globo terrestre. Os paralelos e os meridianos são linhas retas que convergem entre si. As deformações ocorrem conforme se aumentam as latitudes, tendo a chegar ao infinito. É comumente utilizada para representações do globo, como mapas-múndi.

Projeção Polissuperficial: Quando apresenta mais de um tipo de projeção para aumentar o contato da superfície de referência e, portanto, diminuir as deformações (exemplos: cone-policônica, plano-poliédrica, cilindro-policilindro).

### **Propriedades**

Projeção conforme: Os ângulos se preservam, as áreas são deformadas.

Projeção equivalente: As áreas são preservadas e os ângulos são mudados.

Projeção Afilática: Não conserva propriedades, mas minimiza as deformações em conjunto (ângulos, áreas e distâncias).

Projeção equidistante: As distâncias se preservam e as áreas e os ângulos (consequentemente a forma) são deformadas.

### **Tipo de Contato entre a Superfície de Projeção e Referência**

Projeção Secante: a superfície de projeção secciona a superfície de referência. (plano- uma linha; cone- duas linhas desiguais; cilindro- duas linhas iguais).

Projeção Tangente: a superfície de projeção tangencia à referência. (plano- um ponto; cone e cilindro- uma linha).

O mapa Dymaxion ou projeção de Fuller da Terra é uma projeção cartográfica de um mapa-múndi na superfície de um poliedro que pode separar-se numa rede de muitas formas diferentes e planificar-se para formar um mapa bidimensional que retém a maior parte da integridade proporcional relativa do mapa-múndi. Foi criado por Buckminster Fuller, que o patenteou em 1946. Na patente a projeção mostrada é feita sobre um cuboctaedro. A versão de 1954 publicada por Fuller com o título The AirOcean World Map empregava um icosaedroligeiramente modificado mas quase completamente regular como base para a projeção, e é esta a versão mais conhecida na actualidade. O nome Dymaxion foi aplicado por Fuller a muitas das suas invenções. Ao contrário da maioria de projeções, o Dymaxion foi concebido apenas para representar o globo inteiro.

O mapa-múndi ou planisfério é uma representação cartográfica plana, em escala reduzida, de toda a superfície do planeta Terra. Tal mapa mostra ambos os hemisférios do planeta ao mesmo tempo, evidenciando todos os continentes, que podem ser divididos entre 4 e 7 a depender da classificação escolhida, sendo comum dividi-los em 6.

### DRONE

Os drones estão sendo utilizados por civis, como por exemplo por fotógrafos e cinegrafistas em festas de aniversários, casamentos ou eventos em geral. Um drone consegue captar melhores ângulos para fotos e filmagens mantendo a câmara estável por mais tempo facilitando também por conseguinte a produção de vídeo. Estas valências técnicas faz com que também sejam usados por emissoras de TV, diminuindo o custo em suas filmagens aéreas, considerando que as emissoras televisivas ainda utilizam amiúde o helicóptero.

A tecnologia dos drones pode ser utilizada em resgates em locais de difíceis acessos, áreas de desastres (alagamentos, desmoronamentos, desabamento, incêndios, construções interditadas, etc), pois tais dispositivos transmitem imagens e vídeo em tempo real contribuindo assim para o sucesso das equipes de resgate.

Os drones também são usados para monitorar pessoas, como para evitar ataques ou mesmo casos de vandalismo. Está ainda em testes a utilização de drones para entrega de mercadorias e encomendas. Uma das empresas que está testando esta possibilidade é a Amazon.

Outra possível forma de utilização de drones é na agricultura para se identificar rapidamente pragas, falhas no plantio, saturação hídrica do solo e outros problemas que acontecem nas lavouras. Além disso, os drones poderão ser usados para outras funcionalidades, como em fotografias, para registrar uma selfie por exemplo. Diversas empresas estão desenvolvendo os chamados "drones-selfie", que poderão ser controlados via controle remoto no pulso.

Estes tipos de aeronaves são controladas à distância por meios eletrônicos e computacionais, sob a supervisão de humanos, ou mesmo sem a sua intervenção, por meio de Controladores Lógicos Programáveis (CLP).

Controlador Lógico Programável (CLP) ou do inglês PLC (Programmable Logic Controller) é um dos controladores mais utilizados na indústria. Conceitualmente, CLP é um equipamento projetado para comandar e monitorar máquinas ou processos industriais. Mais a fundo, é um computador especializado, baseado em um microprocessador que desempenha funções de controle através de softwares desenvolvidos pelo usuário (cada CLP tem seu próprio software)PB. É amplamente utilizado na indústria para o controlePE de diversos tipos e níveis de complexidade.

Deve possuir um processador com software de controle e hardware que suporte operação em ambientes industriais. Este software, que é específico para automação e controle, possui um sistema operacional de tempo real, algo indispensável para controle de processos de alto risco como os que se encontram nas indústrias. Já o Hardware deve suportar as condições extremas

de trocas temperatura, umidade, pressão entre outras situações as quais um computador padrão não suportaria.

Geralmente as famílias de Controladores Lógicos Programáveis são definidas pela capacidade de processamento pelo número de pontos de Entradas e/ou Saídas (E/S). Também são classificados em compactos, nos quais todos os pontos de entrada e saída estão juntos em uma mesma unidade, e modulares onde os pontos de entrada e saída podem ser conectados e desconectados para alterar a estrutura e controlar outro processo. Além deste tipo de classificação, também podemos dividir os CLP's em relação ao tipo de controle entre outras categorias.

Controlador Lógico Programável segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais. Segundo a NEMA (National Electrical Manufacturers Association), é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

Um CLP é o controlador indicado para lidar com sistemas caracterizados por eventos discretos (SEDs), ou seja, com processos em que as variáveis assumem valores zero ou um (ou variáveis ditas digitais, ou seja, que só assumem valores dentro de um conjunto finito). Podem ainda lidar com variáveis analógicas definidas por intervalos de valores de corrente ou tensão elétrica. As entradas e/ou saídas digitais são os elementos discretos, as entradas e/ou saídas analógicas são os elementos variáveis entre valores conhecidos de tensão ou corrente.

Os CLP's estão muito difundidos nas áreas de controle de processos e de automação industrial. No primeiro caso a aplicação se dá nas indústrias do tipo contínuo, produtoras de líquidos, materiais gasosos e outros produtos, no outro caso a aplicação se dá nas áreas relacionadas com a produção em linhas de montagem, por exemplo na indústria do automóvel. Num sistema típico, toda a informação dos sensores é concentrada no controlador (CLP) que de acordo com o programa em memória define o estado dos pontos de saída conectados a atuadores.

Os CLPs têm capacidade de comunicação de dados via canais seriais. Com isto podem ser supervisionados por computadores formando sistemas de controle integrados. Softwares de supervisão controlam redes de Controladores Lógicos Programáveis.

Veículo aéreo não tripulado (VANT), também conhecido como aeronave remotamente pilotada (ARP) ou ainda drone (do Inglês, zangão), é todo e qualquer tipo de aeronave que pode ser controlada nos 3 eixos e que não necessite de pilotos embarcados para ser guiada.

Os drones fazem com que não seja mais necessário o deslocamento de uma pessoa até certo local para ter conhecimento do mesmo. Este equipamento permite que seus olhos estejam "embarcados" na aeronave através de sensores. Com a ajuda de drones, pode-se acessar facilmente as áreas interditas ou aquelas que são de difícil alcance, como telhados de grandes indústrias por exemplo.

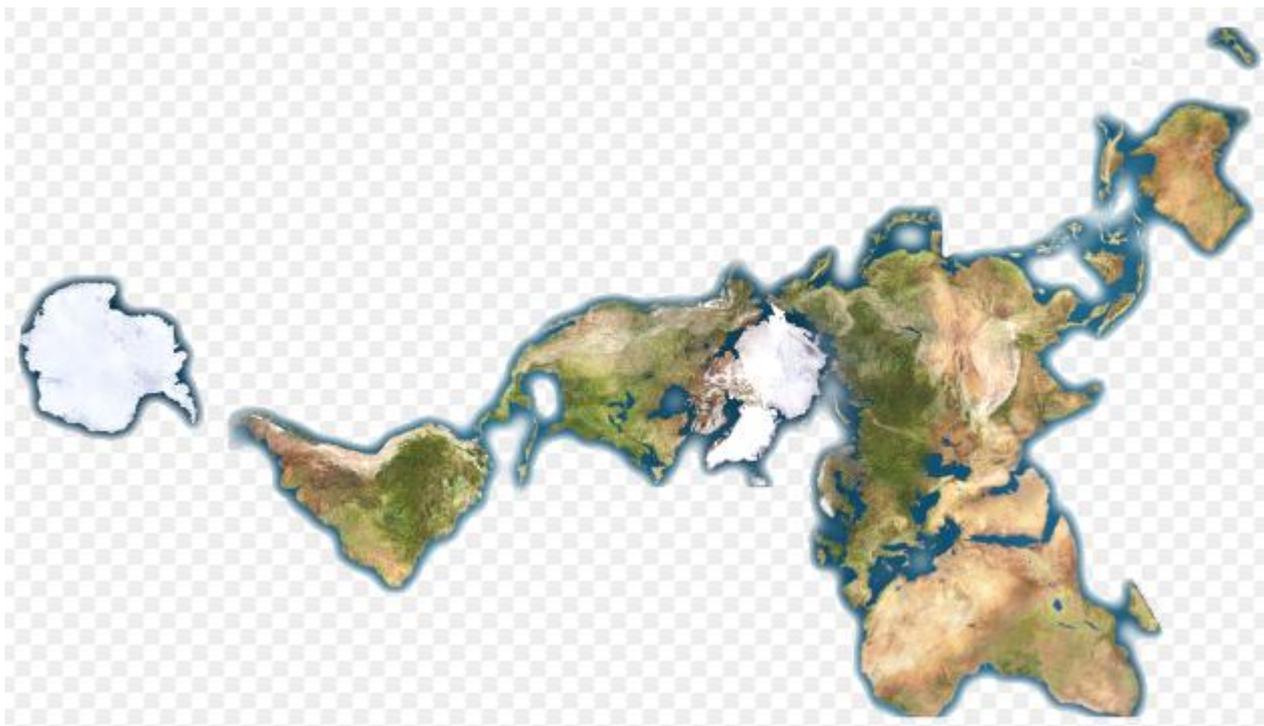


Imagem: Wikipedia

A Projeção Peters é um tipo de projeção cartográfica cilíndrica e equivalente. As retas perpendiculares aos paralelos e as linhas meridianas têm intervalos menores, o que resulta numa reprodução fiel das áreas dos continentes à custa de uma maior deformação do formato deles. Esta projeção foi originalmente proposta por James Gall em 1885, mas foi largamente ignorada e retomada apenas em 1973 pelo historiador alemão Arno Peters. Sua criação suscitou debates acalorados entre os cartógrafos, devido às implicações políticas de suas características.

A projeção de Gall-Peters é dita "terceiro-mundista", por dar um realce maior às nações que historicamente compõem a parte mais pobre do mundo. Arno Peters batizou a projeção de "mapa para um mundo mais solidário".

Embora conserve a mesma distorção em longitude, os países situados em altas latitudes são relegados a um segundo plano, ao contrário da projeção de Mercator. A maior diferença da projeção de Gall-Peters para a representação de Mercator é o achatamento do continente europeu e alongamento do continente africano.

As várias especializações da projeção de área igualmente cilíndrica têm diferenças somente na relação do vertical à linha central horizontal. Esta relação determina a posição paralela padrão da projeção, que não é a paralela em nenhuma distorção ao longo das distâncias que combinam a escala indicada. O padrão das paralelas da Projeção de Gall-Peters é 45°N e 45°S.

Outras especializações denominadas áreas cilíndricas são: cilíndrica de Lambert (padrão paralelo no equador), Cilíndrica de Behrmann (30° N/S), Craster (37°04' N/S), Trystran Edwards (37°24'

N/S), Hobo-Dyer (37°30'), e Balthasart (50° N/S). A versão de Lambert fornece toda a fundação para a exploração do fato que a área de superfície de uma esfera e a área do cilindro são iguais.

A projeção cilíndrica, que é como se um cilindro de papel fosse colocado em volta de um globo e sobre o papel refletissem as coordenadas, procura representar mais fielmente as áreas dos oceanos e continentes.

A projeção de Peters é mais cilíndrica e equivalente. Essa representação significou muito para a autoestima dos países subdesenvolvidos, que ganharam mais destaque. Porém, para conseguir a equivalência, foi preciso sacrificar as formas. África e América do Sul estão estranhamente alongadas nos mapas feitos nessa projeção. A projeção de Peters acompanha uma visão mais exata do mundo atual no que se refere às superfícies dos continentes e países.



Imagem: José Alfonso De Tomas Gargantilla (br.123rf.com)

São geralmente, representações bidimensionais de um espaço tridimensional. A ciência da concepção e fabricação de mapas designa-se cartografia. Por vezes, a cartografia se debruça sobre a projeção de superfícies curvas sobre superfícies planas, no processo chamado planificação. Os mapas são uma expressão da necessidade humana de conhecer e representar o seu espaço.

### GEOPROCESSAMENTO

O geoprocessamento é o processamento informatizado de dados georreferenciados. Utiliza programas de computador que permitem o uso de informações cartográficas (mapas, cartas topográficas e plantas) e informações a que se possa associar coordenadas desses mapas, cartas ou plantas. Pode ser utilizado para diversas aplicações.

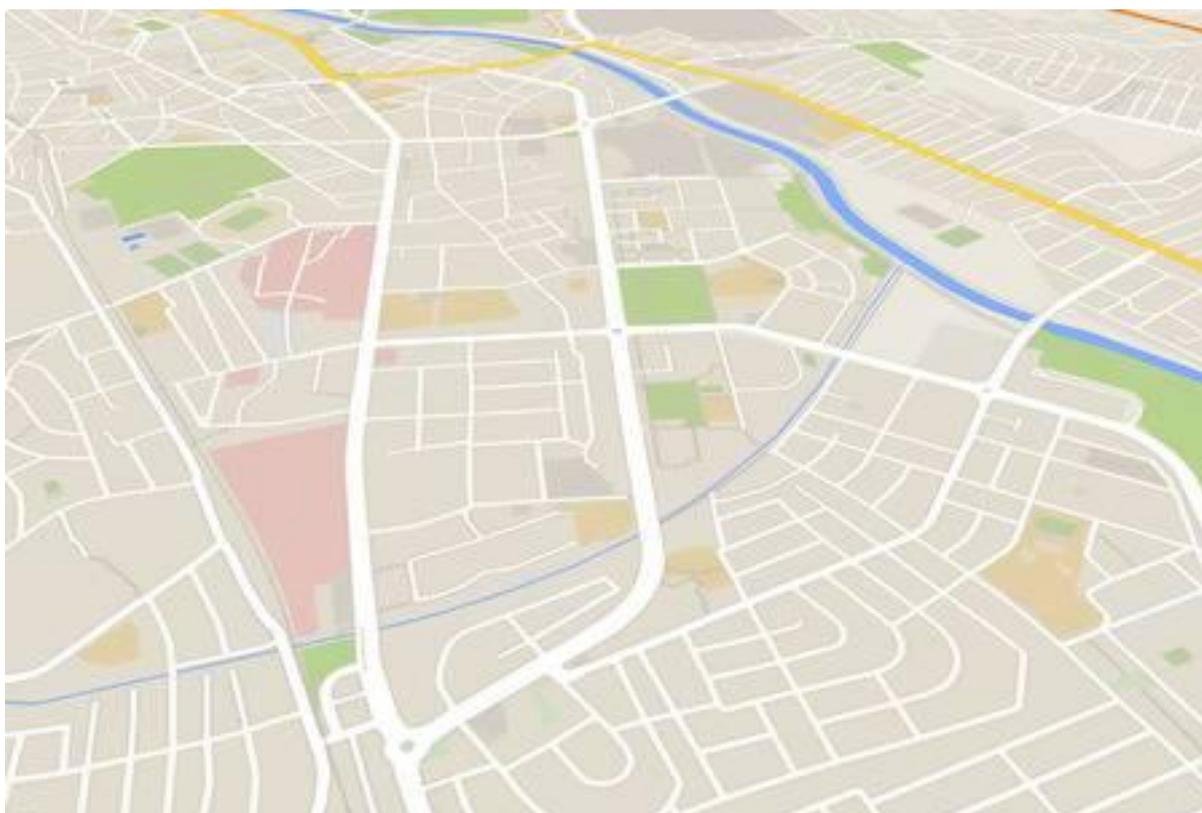


Imagem: hkeita (br.123rf.com)

Designa-se por informação geográfica, informação geoespacial, ou geoinformação toda informação passível de espacialização próxima à Terra, ou seja, tem algum tipo de vínculo geográfico que permite sua localização. Este pode ser um ponto, um endereço, um território, entre outros.

Os dados espaciais georreferenciados requeridos como parte das operações científicas, administrativas ou legais. Tais dados espaciais costumam estar associados a informação

alfanumérica e são catalogados segundo esquemas designados metadados. Estima-se que 80% dos dados corporativos existentes em todo o mundo possuem esta componente geográfica.

A informação geográfica ou geoespacial é criada geralmente pela manipulação de dados geográficos num sistema computadorizado designado sistema de informação geográfica.

Os sistemas podem incluir computadores e redes de computadores, standards e protocolos para o fluxo de dados entre várias aplicações. Aplicações típicas são cadastro, uso do solo, hidrologia, avaliação de terrenos, planeamento ou monitorização ambiental.

Outra forma de informação geográfica é tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência. Este processo inicia-se com a obtenção das coordenadas (pertencentes ao sistema no qual se pretende georreferenciar) de pontos da imagem ou do mapa a serem georreferenciados, conhecidos como pontos de controle. Os pontos de controle são locais que oferecem uma feição física perfeitamente identificável, tais como intersecções de estradas e de rios, represas, pistas de aeroportos, edifícios proeminentes, topos de montanha, entre outros. A obtenção das coordenadas dos pontos de controle pode ser realizada em campo (a partir de levantamentos topográficos, Levantamento Geodésico com GPS (Sistema de Posicionamento Global), ou ainda por meio de mesas digitalizadoras, ou outras imagens ou mapas (em papel ou digitais) georreferenciados. Tal ato pode permitir que ocorra uma geodesição por parte dos consultores de um projeto ou uma administração de uma empresa.

Aerofotogrametria - cobertura aerofotográfica executada para fins de mapeamento.

Uma aeronave equipada com câmeras fotográficas métricas percorre o território fotografando-o verticalmente, seguindo alguns preceitos técnicos como: ângulo máximo de cambagem  $3^\circ$ , sobreposição frontal entre as fotos de 60%, sobreposição lateral de 30%.

A fotogrametria é a ciência que permite executar medições precisas utilizando de fotografias métricas. Embora apresente uma série de aplicações nos mais diferentes campos e ramos da ciência, como na topografia, geologia, astronomia, medicina, meteorologia e tantos outros, tem sua maior aplicação no mapeamento topográfico.

Tem por finalidade determinar a forma, dimensões e posição dos objetos contidos numa fotografia, através de medidas efetuadas sobre a mesma.

Inicialmente a fotografia tinha a única finalidade de determinar a posição dos objetos, pelo método das intersecções, sem observar ou medir o relevo, muito embora desde 1732 se conhecessem os

princípios da estereoscopia; o emprego desta tornou possível apenas observar (sem medir), o relevo do solo contido nas fotografias analisadas estereoscopicamente.

Em 1901, o alemão Pulfrich, apoiando-se em princípios estabelecidos por Stolze, introduziu na fotogrametria o chamado índice móvel ou marca estereoscópica. Então, não só foi possível observar o relevo, como medir as variações de nível do terreno.

Pulfrich construiu um primeiro aparelho que denominou "estereocomparador", e com ele iniciou os trabalhos dos primeiros levantamentos com base na observação estereoscópica de pares de fotografias utilizados em fotogrametria terrestre.

A partir de então uma série de outros aparelhos foram construídos e novos princípios foram estabelecidos, porém, para tomada de fotografias era necessário que os pontos de estação que referenciavam o terreno continuassem no solo, com todos os seus inconvenientes.

Ocorreu elevar ao máximo o ponto de estação, sendo utilizados balões, balões cativos e até "papagaios". Durante a guerra de 1914–1918 tornou-se imperioso um maior aproveitamento da fotogrametria, usando-se, para tomada de fotografias, pontos de estação sempre mais altos.

Com o advento da aviação desenvolveram-se câmaras especiais para a fotografia aérea, substituindo quase que inteiramente a fotogrametria terrestre, a qual ficou restrita apenas a algumas regiões. Quando são utilizadas fotografias aéreas, tem-se a aerofotogrametria.

Com a Fotogrametria (derivada do grego: luz, descrição e medidas) temos definida como a ciência aplicada, a técnica e a arte de extrair de fotografias métricas, a forma, as feições, as dimensões e a posição dos objetos nelas contidos.

Uma das classificações adotadas para a fotogrametria é quanto à evolução dos equipamentos e materiais envolvidos nos processos, podendo a mesma ser:

- ✓ fotogrametria analógica,
- ✓ fotogrametria analítica ou
- ✓ fotogrametria digital.

Nos últimos anos a fotogrametria aérea, notadamente a de satélites em órbita, alterou substancialmente técnicas como a Cartografia e a interpretação aerofotométrica.

O desenvolvimento da fotogrametria cartográfica como ferramenta útil à agrimensura levou à sua adaptação para utilização em outras áreas do conhecimento, quando é denominada fotogrametria não-cartográfica. Entre as áreas do conhecimento que se beneficiaram da adoção dos princípios da fotogrametria está a biomecânica, através da análise do movimento baseada em imagens, ou cinemática.

A Restituição estereofotogramétrica, no contexto da estereoscopia, diz-se do ato de compilar informação a partir de um modelo estereoscópico. Hoje em dia consiste em vectorizar para um

ambiente CAD pontos, linhas e polígonos tridimensionais representativos do que se vê no referido modelo estereoscópico. O significado de cada um desses pontos, linhas e polígonos tridimensionais vetorizados pode ser conhecido por estarem ligados a uma base de dados alfanumérica (tecnologia SIG) ou por simbolização (através de caracterização gráfica) a partir de uma legenda.

O Estereofotogrametria é uma técnica mais sofisticada da Fotogrametria, que envolve coordenadas estimadas de pontos de um objeto tridimensional. Estes pontos são determinados por medidas feitas em duas ou mais fotografias tiradas em diferentes posições. Dois pontos são identificados em cada imagem. Uma linha de visão (ou raio) pode ser construída do local onde está a câmera até o ponto do objeto. Esta é a interseção desses raios (triangulação) que determina a localização tridimensional do ponto. Mais algoritmos sofisticados podem explorar outras informações sobre a cena que é conhecida à priori, por exemplo, simetrias, que em certos casos permitem reconstruções de coordenadas 3D a partir de apenas uma posição da câmera.

Para a geração de modelagem tridimensional são necessários recursos de software e hardware adequados. O processo é usualmente dividido em três fases. Sendo que cada uma destas fases possui etapas mais específicas.

- ✓ Modelagem
- ✓ Configuração do layout da cena
- ✓ Mapeamento
- ✓ Iluminação
- ✓ Geração de câmeras
- ✓ Geração de cena
- ✓ Renderização (still images)
- ✓ Animação
- ✓ Prototipagem de produtos

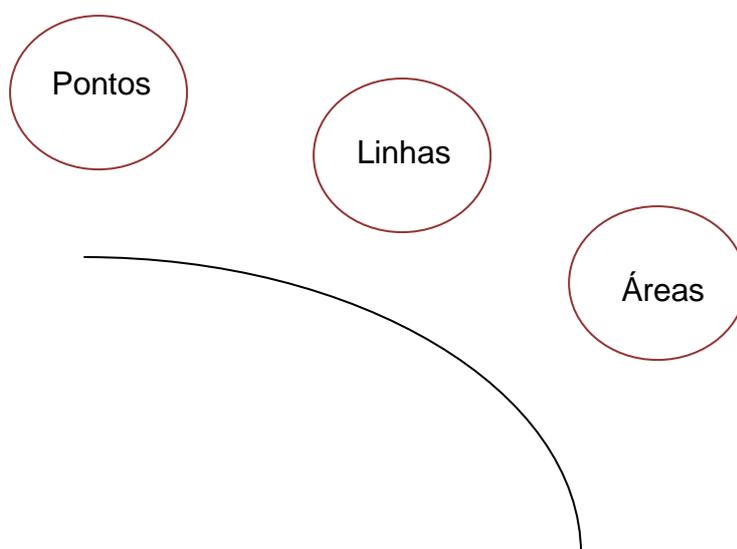
**Obs.:** Existem inúmeros softwares de qualidade para o desenvolvimento de modelagem 3D.

Aprender SIG envolve aprender a pensar sobre os padrões, sobre o espaço e sobre os processos que agem no espaço. À medida que se aprende sobre os procedimentos específicos, eles freqüentemente serão encontrados no contexto das aplicações específicas e geralmente serão designados por nomes que sugerem essas aplicações típicas. Porém, a maioria dos procedimentos tem aplicações muito mais gerais e podem ser utilizados de muitos modos inesperados e inovadores. O SIG é uma ferramenta computacional poderosa.

Portanto, imprescindível o planejamento, desde a sua implantação até a sua utilização, a fim de atingir os objetivos desejados e explorar tudo que ele pode proporcionar. O êxito de sua utilização depende exclusivamente da forma como o usuário o utiliza.

O geoprocessamento tem sido muito empregado pelos órgãos governamentais, entidades privadas e não-governamentais, com o objetivo, principalmente, de integrar dados espaciais e não espaciais, em seus projetos e estudos relacionados ao meio ambiente.

A representação cartográfica em geral, é qualquer fenômeno geográfico pode ser representado utilizando três elementos:



Os pontos são utilizados para representar a localização de um fenômeno geográfico ou representar uma entidade de mapa que é muito pequena para ser mostrada como área ou linha. Exemplos de pontos são as localizações de uma cidade ou do pico de uma montanha, em escala, por exemplo, de 1:1.000.000. Para representar esse fenômeno é definido um par de coordenadas X e Y, suficiente para descrever sua posição.

As linhas são um conjunto ordenado de pontos conectados, utilizadas para representar entidades de mapas que são muito estreitas para serem mostradas como área, por exemplo, estradas, redes de saneamento, rede telefônica e cursos d'água, como córregos ou ribeirões, ou entidades que teoricamente não têm largura, tais como fronteiras territoriais políticas ou administrativas, uma linha costeira ou uma linha de contorno. As entidades lineares são descritas por dois ou mais pares de coordenadas.

As áreas ou polígonos são regiões fechadas por entidades de linha, representadas por um conjunto ordenado de pontos interligados, em que o primeiro e o último ponto coincidem. São utilizadas na representação de uma extensão geográfica de cidade, florestas, unidades pedológicas ou lago.

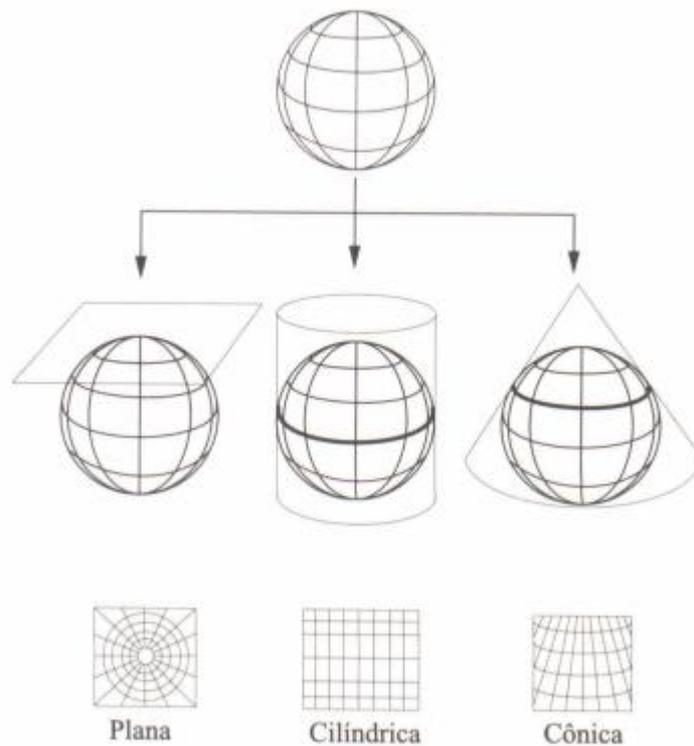


Imagem: Miranda, 2005

Cada sistema de projeção apresentará distorções diferentes no mapa final, pois no processo de transformação da superfície esférica para o plano ocorrem distorções que não podem ser completamente eliminadas, logo não existe mapa perfeito nem livre de erros. A solução é construir um mapa que, sem possuir todas as condições ideais, possua aquelas que satisfaçam a determinado objetivo. Portanto, ao escolher o sistema de projeção é necessário considerar a finalidade do mapa que se quer construir.

A qualidade dos dados de entrada do SIG é extremamente importante.

Na cadastral, a representação é em escala grande (até 1:25.000) e normalmente é utilizada para representar cidades e regiões metropolitanas, nas quais a densidade de edificações e arruamento é grande. Na topográfica, a carta é elaborada a partir de levantamentos aerofotogramétrico e

geodésico original ou compilada de outras cartas topográficas em escalas maiores (de 1:25.000 até 1:250.000) e inclui os acidentes naturais e artificiais, em que os elementos planimétricos (sistema viário, obras, etc.) e altimétricos (relevo através de curvas de nível, pontos cotados, etc.) são geometricamente bem representados.

Na geográfica, os detalhes planimétricos e altimétricos são generalizados, os quais oferecem uma precisão de acordo com a escala de publicação (1:1.000.000 e menores).

Na representação temática estão as cartas, mapas ou plantas em qualquer escala, destinadas a um tema específico, necessário às pesquisas sócio-econômicas, de recursos naturais e estudos ambientais, distinguindo da representação geral, pois exprime conhecimentos particulares para uso geral (clima, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, unidades de relevo, uso do solo, atividades econômicas, escolar, etc.).

Na representação especial estão as cartas, mapas ou plantas para grandes grupos de usuários muito distintos entre si, e cada um deles, concebido para atender a uma determinada faixa técnica ou científica, sendo documentos muito específicos como, por exemplo, as cartas náuticas, aeronáuticas, para fins militares, mapa magnético, astronômico, meteorológico e outros.

Abaixo, um modelo de modelo numérico de terreno, de uma porção de área de propriedade agrícola:



Imagem: Hamada, 1995 (Modificado)

A escolha de um método de captura é definida principalmente pelo orçamento disponível e pelo tipo de dado de entrada.

### Formato matricial

O espaço é representado por uma malha ou grade de células quadradas ou retangulares, de valor numérico único. A dimensão da malha (ou grade) é definida por um número de linhas e colunas. A célula (ou “pixel”) indica a unidade elementar (unidade de observação) da superfície do objeto de estudo. O tamanho dessa unidade elementar é denominada de resolução espacial, ou seja, a área de cada célula relativa à superfície da Terra. Os documentos matriciais são mais empregados em imagens de satélite, cartas escaneadas, modelos numéricos do terreno, etc.

### Formato vetorial

No modo vetorial, o elemento fundamental de representação é o ponto. Um objeto pontual é descrito por um ponto. Uma linha, por sua vez, é descrita por uma sucessão de pontos, com um ponto inicial e um ponto final e um polígono é representado por uma linha fechada com os pontos inicial e final superpostos. Os atributos (dados temáticos) são geralmente descritos em um Sistema de Gerenciamento de Base de Dados (SGBD) e o SIG permite a ligação entre os objetos espaciais e os atributos. A estrutura dos arquivos é bastante compacta.

SIG → Utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais.

Aplicações à nível operacional:

- ✓ Cadastro de bacias hidrográficas
- ✓ Cadastro de áreas de mananciais
- ✓ Cadastro de poços artesianos
- ✓ Cálculo de vazão para processos de outorga de água
- ✓ Acompanhamento de níveis de vazão de cursos d'água

Aplicações à nível gerencial:

- ✓ Diretrizes para concessão de outorga de água
- ✓ Controle de poluição em cursos d'água
- ✓ Controle de ocupação em áreas de mananciais
- ✓ Determinação dos melhores locais para construção de barragens

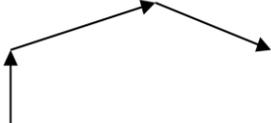
Aplicações à nível estratégico:

- ✓ Monitoramento do índice de qualidade de vida
- ✓ Acompanhamento do índice de satisfação dos usuários de água
- ✓ Análise de aspectos climáticos
- ✓ Análise da evolução da ocupação em áreas de mananciais
- ✓ Estudos do uso do solo e da oferta de água
- ✓ Estudos de tendências na oferta de água
- ✓ Planejamento para utilização de recursos hídricos

Representações gráficas:

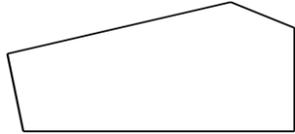
Pontos ○

Arcos 

Cadeias 

Nós 

Linhas 

Polígonos 

### Layout

Pelo arranjo gráfico de todos os elementos geográficos existentes numa view é possível criar uma saída gráfica através de layouts. Também neste caso, o processo é dinâmico pois permite que qualquer alteração da view se verifique também no layout. Quando da impressão de uma carta, todas as alterações verificadas na view são automaticamente atualizadas.

### Projeto

Podem conter várias views, que são mapas interativos de temas de informações geográficas. Todas as componentes anteriores podem ser convenientemente armazenadas num único arquivo chamado de projeto. Desta forma é possível iniciar o mesmo projeto em outro momento.

### View

A view é na prática um conjunto de temas. Que por sua vez pode originar diversas fontes de dados incluindo mapas digitais existentes, imagens e arquivos de dados tabulares

São Escalas de Medição:

**Escala racional:** a escala dos números racionais; a razão entre 2 números, uma escala densa em qualquer intervalo, poderosa para as medições.

**Escala de intervalo:** a temperatura, o zero não significa ausência de atributo, altitude, coordenadas terrestres.

**Escala ordinal:** considera apenas a hierarquia entre as categorias e não o afastamento entre elas. O uso da escala ordinal possibilita unificar os dados estabelecidos em outras escalas, conversão de grande utilização em pesquisa ambiental, por implementar a propriedade lógica de transitividade. Permite que sejam estabelecidas classes e hierarquizações de grande valia para formular inferências relativas ao meio ambiente. Apoio na tomada de decisão.

**Escala nominal:** com ela só podemos trabalhar frequência e moda; não é conveniente atribuir um valor numérico a estes elementos.

O mapa de usos da terra pode ser classificado considerando funções de pertinência Fuzzy.

### Referências Bibliográficas

vivoverde.com.br // de Oliveira, Cêurio. Carta Topografica. UFRJ. Consultado em 6 de julho de 2013 // [conhecimentopratico.com.br/geografia](http://conhecimentopratico.com.br/geografia). Geografia | Mundo Físico - Montanhas, lagos e oceanos. // Machado e Silva, 1989 // [mundogeo.com](http://mundogeo.com) // destaca Allen et al. (2002) // Rouse (1973) // proposto por Rouse et al. (1973) // [clickgeo.com.br](http://clickgeo.com.br) // [geofagia.blogspot.com.br](http://geofagia.blogspot.com.br) // [tudosobregeoprocessamento.blogspot.com](http://tudosobregeoprocessamento.blogspot.com) // Balbinot, A.; Brusamarello, V.J. Instrumentação e Fundamentos de Medidas 2a. ed. LTC, 2011 // [eicos.blog.br](http://eicos.blog.br) // LEITE, marcos Esdras (org). Geotecnologias aplicadas aos estudos geográficos. Montes Claros: Unimontes, 2013. 326 p. // Kalay, Y. (2004). Architecture's New Media. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. // Mark, E., Martens, B., & Oxman, R. (2003). Preliminary stages of CAAD education. Automation in Construction, 12(6), 661-670. // Ryan, R.L.(1983). Computer Aided Architectural Graphics. Marcel Dekker, Inc. // Szalapaj, P. (2001). CAD Principles for Architectural Design. Architectural Press, Oxford. // David Buisseret, ed., Monarchs, Ministers and Maps: The Emergence of Cartography as a Tool of Government in Early Modern Europe. Chicago: University of Chicago Press, 1992 // DRONES - Questões ambientais e preocupações relacionadas ao seu uso // The drone papers. Artigos sobre o uso de drones como arma preferencial na administração Obama // [geosense.net.br](http://geosense.net.br) // Gall, James (1885). Use of cylindrical projections for geographical, astronomical, and scientific purposes. Scottish Geographical Magazine. 1 (4): 119–123. // Introdução ao Geoprocessamento: princípios básicos e aplicação - Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna, SP 2007.