

TÉCNICO EM AGRIMENSURA



MÓDULO II
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para contato@ineprotec.com.br.

VERSÃO 2.0 (01.2025)

Todos os direitos reservados à
Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja
Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF
E-mail: contato@ineprotec.com.br
www.ineprotec.com.br

Sumário

ABERTURA	05
SOBRE A INSTITUIÇÃO	05
• Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente	05
• Missão	05
• Visão	05
• Valores	05
SOBRE O CURSO	05
• Perfil profissional de conclusão e suas habilidades	06
• Quesitos fundamentais para atuação	06
• Campo de atuação	07
• Sugestões para Especialização Técnica	07
• Sugestões para Cursos de Graduação	07
SOBRE O MATERIAL	07
• Divisão do Conteúdo	08
• Boxes	08
BASE TEÓRICA	10
INTRODUÇÃO	10
CONCEITOS SOBRE SIG E GIS	10
• Sistema de Informação Geográfica	10
• Georreferenciação de uma informação geográfica	11
• Principais componentes de um SIG	11
• Utilidade do Sistema GIS	11
• A importância do SIG para a Geografia	11
• Condições geográficas	11
SIG E SUAS APLICAÇÕES AMBIENTAIS E CADASTRAIS	12
• Características de sistemas para geoprocessamento	12
• Anatomia interna de um SIG	13
✓ Interface com o usuário	14
✓ Entrada e integração de dados	15

✓ Visualização e plotagem	16
✓ Banco de dados geográficos	16
✓ Análise espacial e funções de consulta	17
• Necessidades de aplicações de geoprocessamento	20
• Análise de funcionalidade	22
• Descrição de funcionalidade	24
✓ Análise geográfica	24
✓ Processamento digital de imagens	25
• Aspectos gerenciais na escolha de sistemas	26
DESCRIÇÃO E PADRONIZAÇÃO	27
• Descrição	27
• Padronização	28
UTILIZAÇÃO E SOFTWARES SIG	29
• Utilização do SIG	29
• Softwares SIG	30
SENSORIAMENTO REMOTO, GPS E GEOPROCESSAMENTO	31
• Sensoriamento Remoto	31
• GPS	32
• Geoprocessamento	33
SESSÕES ESPECIAIS	34
MAPA DE ESTUDO	34
SÍNTESE DIRETA	35
MOMENTO QUIZ	39
GABARITO DO QUIZ	40
REFERÊNCIAS	40

MÓDULO II

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

TÉCNICO EM AGRIMENSURA

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que, aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes, tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometido com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM AGRIMENSURA pertence ao Eixo Tecnológico de INFRAESTRUTURA. Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM AGRIMENSURA relacionadas ao **perfil profissional de conclusão e suas habilidades**,

quesitos fundamentais para atuação, campo de atuação e, também, algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por **Especializações Técnicas** e/ou **Cursos de Graduação**.

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Executar levantamentos geodésicos e topográficos.
- Utilizar equipamentos e métodos específicos.
- Fazer a locação de obras de sistemas de transporte, civis, industriais e rurais.
- Delimitar glebas.
- Identificar elementos na superfície e pontos de apoio para georreferenciamento e amarração.
- Organizar e supervisionar ações de levantamento e mapeamento.
- Efetuar aerotriangulação.
- Restituir fotografias aéreas para a elaboração de produtos cartográficos em diferentes sistemas de referências e projeções.
- Processar e interpretar dados de sensoriamento remoto, fotos terrestres e fotos aéreas de modo integrado a dados de cartas, mapas e plantas.
- Utilizar ferramentas de geoprocessamento.
- Executar cadastro técnico multifinalitário.
- Identificar métodos e equipamentos para a coleta de dados.
- Participar do planejamento de loteamentos, desmembramentos e obras de engenharia.
- Dar assistência técnica na compra, venda e utilização de produtos e equipamentos especializados.
- Executar levantamentos e coletas de dados espaciais e geométricos.

Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados à execução de levantamentos geodésicos e topográficos, a vistorias e arbitramentos relativos à Agrimensura, com o intuito de permitir a organização fundiária do espaço rural, incluindo as medições, as demarcações, as divisões, os mapeamentos, as avaliações e a regulamentação das terras.
- Compromisso e ética para assegurar o cumprimento da legislação e das normas técnicas vigentes.

- Habilidade de liderança de equipes para solução de problemas técnicos e trabalhistas e para a gestão de conflitos.

Campo de atuação

- Empresas de mapeamento e levantamento topográfico, de comercialização de equipamentos e instrumentos específicos da função, de aerolevantamentos, de logística e distribuição de cargas
- Forças Armadas.
- Concessionárias de serviços públicos.
- Agências reguladoras.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em Cadastramento Ambiental Rural.
- Especialização Técnica em Georreferenciamento de Imóveis Rurais.
- Especialização Técnica em Monitoramento de Estruturas.

Sugestões para Cursos de Graduação

- Curso Superior de Tecnologia em Agrimensura.
- Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento.
- Curso Superior de Tecnologia em Estradas.
- Curso Superior de Tecnologia em Construção Civil.
- Bacharelado em Engenharia de Agrimensura.
- Bacharelado em Engenharia Cartográfica.
- Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.
- Bacharelado em Geografia.
- Bacharelado em Engenharia Ambiental.

SOBRE O MATERIAL

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, a fim de

proporcionar subsídios suficientes a todos no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

Boxes

Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA, temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

Os BOXES são:

- VOCÊ SABIA



São informações complementares contextualizadas com a base teórica, contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.

- PAUSA PARA REFLETIR...



Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico, conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.

- SE LIGA NA CHARADA!



Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.

Base Teórica

INTRODUÇÃO

O SIG, Sistema de Informações Geográficas, ou GIS (Geographic Information System) é um sistema composto por software, usuário, hardware, dados e metodologia (ou técnicas) de análise, que permite o uso integrado de dados georreferenciados com uma finalidade específica.

O primeiro SIG foi criado na década de 60 no Canadá com o intuito de possibilitar a criação de um inventário de recursos naturais. Mas, naquela época os programas ainda eram muito difíceis de se utilizar, exigiam mão de obra especializada, o que custava caro, e ainda não havia programas específicos para os variados tipos de aplicação, logo, estes tinham que ser desenvolvidos, tomando mais tempo e mais dinheiro.

Entretanto, com o desenvolvimento da informática e de modelos matemáticos para aplicação da cartografia em meio computadorizado, os GIS foram se aperfeiçoando. Já na década seguinte, Ottawa (Canadá) sediaria o primeiro simpósio sobre Sistemas de Informações Geográficas do mundo.

Desde a criação do primeiro sistema simples para aplicação da cartografia por meio de sistemas informatizados em 1950, até a recente massificação do acesso à GIS (como o Google Earth), as tecnologias para captura, armazenamento, tratamento e recuperação de informações georreferenciadas tem melhorado cada vez mais e possibilitado um leque cada vez maior de aplicações.

Assim, podemos identificar três formas principais de se utilizar um SIG: para produção de mapas, como suporte para a análise espacial de fenômenos, ou como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

“O SIG é uma importante ferramenta para o estudo do espaço natural e geográfico”

Neste material, apresentaremos uma visão geral dos sistemas de informação geográfica, discutindo sua anatomia e funcionalidade. Desenvolve-se uma taxonomia para os componentes da estrutura interna de um SIG, o que permite entender seu funcionamento e avaliar suas potencialidades e limitações. Num campo aonde a diversidade é a regra (não há um SIG comercial exatamente igual ao outro), o estudo propõe uma metodologia para a análise das características técnicas dos sistemas.

CONCEITOS SOBRE SIG E GIS

Sistema de Informação Geográfica

O SIG é um conjunto de sistemas de softwares e hardwares capazes de produzir, armazenar, processar, analisar e representar inúmeras informações sobre o espaço geográfico, tendo como produtos finais mapas temáticos, imagens de satélites, cartas topográficas, gráficos e tabelas.

Georreferenciação de uma informação geográfica

Georreferenciamento ou georreferenciação de uma imagem ou um mapa ou qualquer outra forma de informação geográfica é tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência.

Principais componentes de um SIG

O SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Utilidade do Sistema GIS

O Geographic Information System (GIS) é uma poderosa ferramenta de análise espacial, servindo para o cruzamento de informações geográficas e banco de dados, possibilitando a análise precisa de determinada área.

A importância do SIG para a Geografia

O SIG é o sistema de informação geográfica hoje é considerado um dos maiores meios de empregabilidade aos geógrafos, mas sua principal função para os geógrafos é o conhecimento de um determinado território e suas dinâmicas.

Condições geográficas

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.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

Um homem se sentou em cima de um cachorro. Qual o nome do filme?

RESPOSTA:

“Sento em um” dalmata.

SIG E SUAS APLICAÇÕES AMBIENTAIS E CADASTRAIS

Características de sistemas para geoprocessamento

O termo geoprocessamento surgiu com a introdução dos conceitos de manipulação de dados espaciais georreferenciados dentro de sistemas computadorizados, através das SIG's, (Ortiz, 1993).

Um SIG é constituído por um conjunto de “ferramentas” especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Esses dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos não aparentes (como a cor, pH, custo, incidência de pragas, etc) e das relações topológicas existentes. Portanto, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real, (Burrough, 1986).

Um SIG pode, ainda, ser definido como um sistema provido de quatro grupos de aptidões para manusear dados georreferenciados: entrada, gerenciamento, manipulação e análise, e saída. Os dados são georreferenciados quando estes possuem basicamente duas características: dimensão física e localização espacial, (Aronoff, 1989).

Em resumo, as principais características dos SIG's são:

- Integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno.
- Combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados.
- Consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados.

Os dados tratados em SIG's incluem:

- Imagens de satélite;
- Modelos numéricos de terreno;

- Mapas temáticos;
- Redes;
- Dados tabulares.

Uma característica básica e geral num SIG é sua capacidade de tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos. Denota-se por *topologia* a estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre objetos geográficos. Armazenar a topologia de um mapa é uma das características básicas que fazem um SIG se distinguir de um sistema CAD. A outra diferença fundamental é a capacidade de tratar as diversas projeções cartográficas. Para aplicações em análise geográfica e redes, o armazenamento da topologia permite o desenvolvimento de consultas a um banco de dados espacial, que não seriam possíveis de outra maneira.

	<p>VOCÊ SABIA?</p> <p>Qual diferença de geoprocessamento e SIG?</p> <p>Geoprocessamento refere-se ao conjunto de técnicas ligadas à informação espacial, que vão desde a coleta, tratamento, manipulação, até a análise dos dados espaciais voltado para um objetivo específico. Já o SIG e o Sensoriamento Remoto são geotecnologias que estão incluídas no conceito de Geoprocessamento.</p>
--	--

Anatomia interna de um SIG

Para permitir um melhor entendimento da operação de um SIG, esta seção contém uma análise da arquitetura interna deste tipo de sistema.

Numa visão abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem;
- Banco de dados geográficos.

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de entrada, processamento, visualização e saída

de dados espaciais. No nível mais interno do sistema, um banco de dados geográficos lida com os dados espaciais e seus atributos.

De uma forma geral, as funções do SIG operam sobre dados em uma área de trabalho em memória principal. Os dados são recuperados dos arquivos em disco (que podem ser controlados por um sistema gerenciador de bases de dados - SGBD) e carregados em memória, a partir da definição de uma região geográfica de interesse.

A “figura 1”, indica o inter-relacionamento dos principais componentes. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas citados estão presentes num SIG.

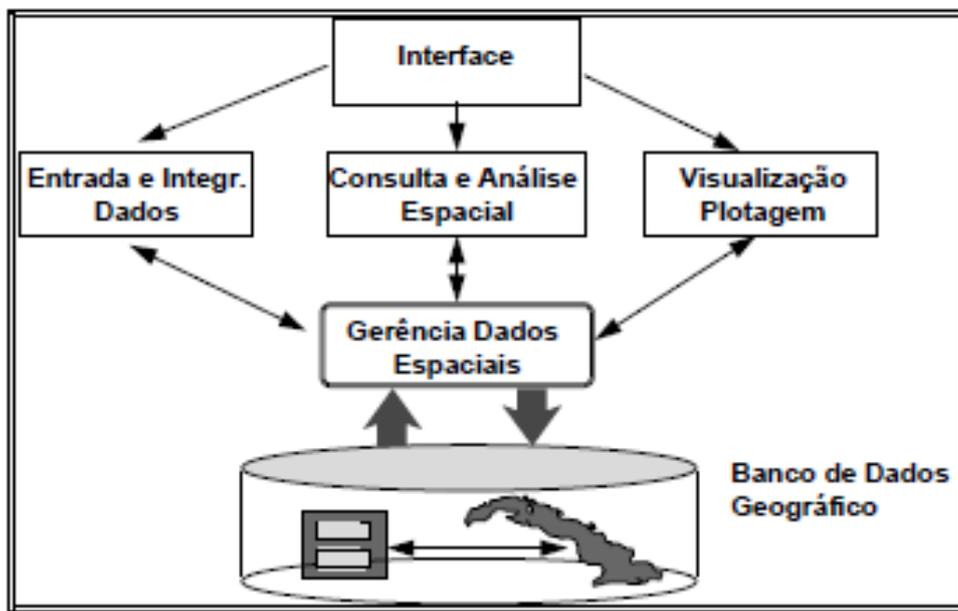


Figura 1: Estrutura Interna de um SIG.

OBSERVAÇÕES:

O que é SIG e como funciona?

Um SIG pode funcionar tendo por base vários modelos de dados. Pode, por exemplo, funcionar como uma base de dados com informação geográfica, através de dados alfanuméricos que está associada a um identificador comum aos objectos gráficos de um mapa digital.

Interface com o usuário

Historicamente, o primeiro tipo de interface a ser utilizado nos vários sistemas foi a linguagem de comandos, que possui grande poder expressivo (se a linguagem for poderosa,

qualquer tarefa pode ser expressa num número reduzido de comandos). No entanto, à medida que aumenta a funcionalidade do sistema, cresce a complexidade da linguagem e aumenta em muito a dificuldade de uso. Para contornar este problema, muitos sistemas dispõem de facilidades de criação de macrocomandos.

A disponibilidade de ambientes computacionais interativos deu origem às interfaces baseadas em menu. Mais fáceis de operar, estas interfaces tendem a ter menor poder expressivo. Sua vantagem é que o usuário não tem que aprender uma linguagem complexa, pois o ambiente já está pronto. O problema com este tipo de sistema é a dificuldade de personalizar o ambiente, o que pode gerar soluções incompletas ou de uso restrito.

Alguns sistemas baseados em linguagem de comando (como Arc/Info), estão em processo de migração de suas funcionalidades para interfaces baseadas em menus. Estas alterações, visam atender uma tendência de mercado mundial.

Entrada e integração de dados

Existem quatro modos principais de entrada de dados: digitalização em mesa, digitalização ótica, entrada de dados via caderneta de campo e leitura de dados na forma digital. Neste último caso, está incluída a importação de dados em outros formatos.

A *digitalização em mesa* é processo custoso e demorado, envolve os passos de: digitalização de linhas, ajuste de nós, geração da topologia e rotulação (identificação) de cada objeto geográfico. Nos melhores sistemas, a topologia é armazenada de forma dinâmica. Deste modo, uma alteração em um nó não implica em ter de gerar novamente toda a topologia do mapa digitalizado.

A *digitalização ótica* por instrumentos de varredura (*scanners*) é atualmente a forma de entrada mais utilizada, em ambientes de produção. A tecnologia mais usual é baseada em câmaras CCD (Charge Coupled Devices) sendo necessário o uso de dispositivos de alta qualidade (com pelo menos 600 dpi) para obter resultados aceitáveis, e algoritmos de conversão de formato matricial para vetor requerem intervenção humana parcial.

Historicamente, muitos levantamentos topográficos utilizam *cadernetas de campo* para armazenar os resultados. Quando se dispõe deste tipo de dado, é fundamental poder inseri-lo no sistema, com as devidas checagens e correções. O advento do GPS (Global Positioning System), sistema de posicionamento geodésico baseado numa rede de satélites, permite a realização de trabalhos de campo com alto grau de acurácia e com registro digital direto. Atualmente, todos os SIG's de mercado possuem interface para importar dados oriundos de sistemas GPS.

No caso de *importação de dados digitais*, é muito importante aproveitar o investimento já feito por outras instituições no Brasil, na coleta e armazenamento de dados geográficos. As principais fontes de dados são as fitas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (imagens TM e SPOT), dados digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e do Centro de Cartografia Automatizada do Exército (CeCAu/EX) e dados disponíveis nos formatos DXF (AutoCAD), SGI/INPE, ARC/INFO, ARC/VIEW, IDRISI, MGE e MAXICAD.

OBSERVAÇÕES:

Qual a diferença entre o CAD e o SIG?

Armazenar a topologia de um mapa é uma das características básicas que fazem um SIG se distinguir de um sistema CAD. Em grande parte das aplicações de CAD, os desenhos não possuem atributos descritivos, mas apenas propriedades gráficas (como cor e espessura).

A *integração de dados* é fundamental para aplicações como redes, onde deseja-se gerar uma base cartográfica contínua a partir de informações dispersas em vários mapas. Usualmente, as redes (elétrica, de telefonia e de água e esgoto) estão interligadas em toda a malha urbana. Poucos sistemas conseguem armazená-las de forma contínua, dando origem a particionamentos que não refletem a realidade e que dificultam a realização de análises e simulações.

Visualização e plotagem

Os ambientes de visualização são uma consequência direta da escolha feita para a interface. O caso mais usual é dispor de interface com janelas (Windows 95/NT ou X Window System) onde uma ou mais telas estão à disposição do usuário.

No caso de plotagem, algumas SIG's dispõem de ferramentas para produção de cartas, com recursos muitas vezes altamente sofisticados de apresentação gráfica. Estas ferramentas permitem a definição interativa de uma área de plotagem, colocar legendas, textos explicativos e notas de crédito. Uma biblioteca de símbolos é também atributo fundamental de um sistema de produção. Os pacotes mais sofisticados dispõem de controladores para dispositivos de gravação eletrônica a laser, o que assegura a produção de mapas de alta qualidade.

Banco de dados geográficos

Um Banco de Dados Geográficos é o repositório de dados de um SIG, que armazena e recupera dados geográficos em suas diferentes geometrias (imagens, vetores, grades), bem como as informações descritivas (atributos não-espaciais).

Tradicionalmente, os SIG's armazenavam os dados geográficos e seus atributos em arquivos internos. Este tipo de solução vem sendo substituído pelo uso cada vez maior de sistemas de gerência de banco de dados (SGBD), para satisfazer à demanda do tratamento eficiente de bases de dados espaciais cada vez maiores.

Um SGBD apresenta os dados numa visão independente dos sistemas aplicativos, além de garantir três requisitos importantes: *eficiência* (acesso e modificações de grandes volumes de dados); *integridade* (controle de acesso por múltiplos usuários); e *persistência* (manutenção de dados por longo tempo, independentemente dos aplicativos que acessem o dado). O uso de SGBD permite ainda realizar, com maior facilidade, a interligação de banco de dados já existente com o sistema de Geoprocessamento.

A interligação de um SGBD convencional com um SIG dá origem a um ambiente *dual*: os atributos convencionais são guardados no banco de dados (na forma de tabelas) e os dados espaciais são tratados por um sistema dedicado. A conexão é feita por identificadores de objetos.

Para usar eficientemente a tecnologia de banco de dados, um sistema de Geoprocessamento deve ter sido concebido e projetado para funcionar em conjunto com um SGBD. Soluções posteriores são sempre insuficientes.

Análise espacial e funções de consulta

O objetivo principal do Geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais para que diferentes analistas determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos.

EXEMPLO:

Ao analisar uma região geográfica para fins de zoneamento agrícola, é necessário escolher as variáveis explicativas (como o solo, a vegetação e a geomorfologia) e determinar qual a contribuição de cada uma delas para a obtenção de um mapa resultante. Alguns exemplos dos processos de análise espacial típicos de um SIG estão apresentados na tabela abaixo (adaptada de Maguire, 1991).

ANÁLISE	PERGUNTA GERAL	EXEMPLO
Condição	“O que está...?”	“Qual a população desta cidade?”
Localizaç	“Onde está...?”	“Quais as áreas com declividade acima de 20%?”
Tendência	“O que mudou...?”	“Esta terra era produtiva há 5 anos atrás?”
Roteamen	“Por onde ir...?”	“Qual o melhor caminho para o metrô?”
Padrões	“Qual o padrão...?”	“Qual a distribuição da dengue em fortaleza?”
Modelos	“O que acontece	“Qual o impacto no clima se desmatarmos a

Figura 2: Tabela indicando um exemplo de Análise Espacial.

Já as funções de processamento gráfico e de imagens podem ser agrupadas de acordo com o tipo de dado tratado (correspondente a uma geometria distinta):

- Análise geográfica;
- Processamento de imagens;
- Modelagem de terreno;
- Redes;
- Geodésia;
- Fotogrametria;
- Produção cartográfica.

A seguir apresentaremos uma breve descrição destas funções e mais adiante a indicação da sua disponibilidade nos sistemas considerados.

- 1) **Análise Geográfica:** permite a combinação de informações temáticas. Pode ser realizada no domínio vetorial ou domínio matricial (*raster*). Um conjunto importante de procedimentos de análise geográfica foi definido por Tomlin (1990). Denominado “Álgebra de Mapas”, estas definições são a base de implementações de operadores de análise em diferentes sistemas.

Estas funções incluem:

- Reclassificação;
 - Intersecção (*overlay*);
 - Operações, booleanas e matemáticas entre mapas;
 - Consulta ao banco de dados.
- 2) **Processamento Digital de Imagens:** tratamento de imagens de satélite e de *scanners*. Com o advento de Satélites de Alta Resolução e de técnicas de

Fotogrametria Digital, as imagens de satélite e aerotransportadas estão se transformando cada vez mais úteis para estudos ambientais e cadastrais.

Entre as funções necessárias estão:

- Realce por modificação de histograma;
- Filtragem espacial;
- Classificação estatística por máxima verossimilhança;
- Rotação espectral (componentes principais);
- Transformação IHS-RGB;
- Registro.

3) **Modelagem Numérica do Terreno:** Permite cálculo de declividade, volume, cortes transversais, linha de visada.

Fundamental para aplicações de engenharia, o conjunto básico consta de:

- Determinação do modelo (grade regular ou triangular) a partir de pontos esparsos ou linhas;
- Geração de mapas de contorno (isolinhas);
- Geração de mapas de declividade e de aspecto;
- Visualização 3D (com imagens e temas);
- Cálculo de volumes;
- Análise de perfis.

4) **Geodésia e Fotogrametria:** Permite a realização, por software, de procedimentos de restituição e ortoretificação digital, antes, executados por equipamentos analógicos. Fundamental para uso em aplicações de cartografia automatizada e atualização de mapeamentos.

5) **Produção Cartográfica:** Sistemas para produção de cartas, com recursos muitas vezes altamente sofisticados de apresentação gráfica. Este sistema deve permitir a definição interativa de uma área de plotagem, colocar legendas, textos explicativos e notas de crédito. Uma biblioteca de símbolos é também atributo fundamental de um sistema de produção.

Os pacotes mais sofisticados dispõem de controladores para dispositivos de gravação eletrônica a laser, o que assegura a produção de mapas de alta qualidade.

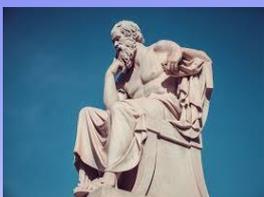
1) **Modelagem de Redes:** Redes são estruturas lineares conectadas que armazenam informações sobre os recursos que fluem entre localizações geográficas distintas. Cada nó de cada arco tem características próprias, armazenadas no banco de dados.

O pacote mínimo disponível nos sistemas comerciais consiste tipicamente de cálculo de caminho ótimo e crítico. Este pacote básico é insuficiente para a realização da maioria das aplicações, pois cada usuário tem necessidades completamente distintas. No caso de um sistema telefônico, uma questão pode ser: “quais são todos os telefones servidos por uma dada caixa terminal?”. Já para uma rede de água, pode-se perguntar: “Se injetarmos uma dada porcentagem de cloro na caixa d’água de um bairro, qual a concentração final nas casas?”

Deste modo, um sistema de modelagem de redes só terá utilidade para o cliente depois de devidamente adaptado às suas necessidades. Esta adaptação pode levar de seis meses a muitos anos. Isto impõe uma característica básica para esta aplicação, ou seja, os sistemas devem ser versáteis, maleáveis e adaptáveis.

No caso das aplicações de redes, a ligação com banco de dados é fundamental.

Toda a informação descritiva está guardada no banco de dados, pois os dados espaciais têm formatos relativamente simples. Mais do que em outras aplicações de SIG’s, é na área de redes que o uso de soluções mais modernas como SGBD’s, orientados a objetos, está se impondo.



PAUSA PARA REFLETIR...

Quanto à virtude, não basta conhecê-la, devemos tentar também possuí-la e colocá-la em prática.

Aristóteles.

Necessidades de aplicações de geoprocessamento

Numa visão bastante geral, podemos dividir o setor de Geoprocessamento no Brasil em seis segmentos:

- 1) **Cadastral:** aplicações de cadastro urbano e rural, realizadas tipicamente por Prefeituras, em escalas que usualmente variam de 1:1.000 a 1:20.000. A capacidade básica de SIG’s para atender este setor é dispor de funções de consulta a bancos de dados espaciais e apresentação de mapas e imagens.
- 2) **Cartografia Automatizada:** realizada por instituições produtoras de mapeamento básico e temático. Neste caso, é essencial dispor de ferramentas de aerofotogrametria digital e técnicas sofisticadas de entrada de dados (como digitalizadores ópticos) e de produção de mapas (como gravadores de filme de alta resolução).

- 3) **Ambiental:** instituições ligadas às áreas de Agricultura, Meio ambiente, Ecologia e Planejamento Regional, que lidam com escalas típicas de 1:10.000 a 1:500.000. As capacidades básicas do SIG's para atender a este segmento são: integração de dados, gerenciamento e conversão entre projeções cartográficas, modelagem numérica de terreno, processamento de imagens e geração de cartas.
- 4) **Concessionárias/Redes:** neste segmento, temos as concessionárias de serviços (Água, Energia Elétrica, Telefonia). As escalas de trabalho típicas variam entre 1:1.000 a 1:5.000. Cada aplicação de rede tem características próprias e com alta dependência de cada usuário. Os SIG's para redes devem apresentar duas características básicas: a forte ligação com bancos de dados relacionais e a capacidade de adaptação e personalização. O pacote básico disponível com os SIG's deste segmento é insuficiente para a realização da maioria das aplicações, pois cada usuário tem necessidades completamente distintas. Assim, os usuários deste setor realizam significativos desenvolvimentos nas linguagens de aplicação do SIG escolhido.
- 5) **Planejamento Rural:** neste segmento, temos as empresas agropecuárias que necessitam planejar a produção e distribuição de seus produtos. As escalas de trabalho típicas variam entre 1:1.000 a 1:50.000. Cada aplicação tem características próprias e com alta dependência de cada usuário. Os SIG's devem apresentar duas características básicas: a forte ligação com bancos de dados relacionais e a capacidade de adaptação. O pacote básico disponível com os SIG's deste segmento é insuficiente para a realização da maioria das aplicações, pois cada usuário tem necessidades completamente distintas. Assim, os usuários deste setor realizam significativos desenvolvimentos nas linguagens de aplicação do SIG escolhido.
- 6) **Business Geographic:** neste segmento, temos as empresas que necessitam distribuir equipes de vendas e promoção ou localizar novos nichos de mercado. As escalas de trabalho típicas variam entre 1:1.000 a 1:10.000. Cada aplicação tem características próprias e com alta dependência de cada usuário. As ferramentas de SIG devem prover meios de apresentação dos bancos de dados espaciais para fins de planejamento de negócios. Em especial, os SIG's devem ser adaptados ao cliente, com ferramentas de particionamento e segmentação do espaço para a localização de novos negócios e alocação de equipes.

Pode-se constatar que cada segmento apresenta características próprias e requer soluções específicas, fato nem sempre compreendido pelos usuários. Na área de Geoprocessamento, a distância entre a compra do software e um resultado operacional por parte do usuário é muito grande, pois envolve aspectos como a geração de dados geográficos, disponibilidade de metodologias de trabalho adequadas e mecanismos de divulgação dos resultados obtidos.

Com base na discussão apresentada nesta seção, a tabela da “figura 3”, apresenta os requisitos típicos de cada grupo de usuário, considerando grandes áreas de aplicação. Não é supérfluo advertir de que se trata de uma indicação de caráter geral e que cada usuário deverá examinar em detalhe suas necessidades e compará-las com as características dos sistemas disponíveis no mercado.

APLICAÇÃO	AN G	PD I	MN T	RE D	BD G	MA P	GE O
Cadastral	-	✓	✓	-	✓	✓	(✓)
Cartografia	-	✓	✓	-	(✓)	✓	✓
Ambiental	✓	✓	✓	(✓)	(✓)	✓	(✓)
Concession.	-	-	-	✓	✓	-	(✓)
Rural	-	✓	✓	(✓)	✓	✓	-
Business	-	-	-	✓	✓	✓	-

Códigos:

ANG = análise geográfica

PDI = processamento digital de imagens

MNT = modelos numéricos de terreno

RED = modelagem de redes

Legenda: ✓ = normalmente necessário

BDG = consulta a BD. georreferenciados

MAP = produção cartográfica

GEO = geodésia e fotogrametria

- = usualmente não necessário.

(✓) = necessário para usos específicos .

Figura 3: Necessidades típicas de aplicações de Geoprocessamento.

Análise de funcionalidade

Esta seção ilustra os conceitos de arquitetura interna de um SIG a partir da apresentação das características dos diversos sistemas disponíveis no mercado. A análise foi feita com base em catálogos dos fabricantes, demonstrações, informações diretas de usuários e artigos em revistas especializadas. Em especial, utilizamos o *Survey of Data Handling Technology*, compilado pelo UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente).

Com base na experiência dos autores, considerou-se apenas os sistemas que atendem os requisitos de aplicações ambientais e cadastrais, procurando-se apresentar informações atualizadas, onde eventuais imprecisões são inteiramente não-intencionais.

Os sistemas analisados são:

- **ARC/INFO:** desenvolvido pela ESRI (Redlands, EUA – www.esri.com). O pacote básico é composto de subsistemas (ARCEDIT, ARCPLOT, TABLES, LIBRARIAN), que possibilitam a importação de diversos formatos matriciais e vetoriais, ferramentas de edição e gerência de base de dados espaciais, relacionamentos de tabelas, análises e gerências de dados *raster*, gerenciador de banco de dados geográficos, vetorizador semiautomático, análise de modelo de elevação digital entre outros. Está disponível em ambiente UNIX e Windows NT, com as mesmas funcionalidades.
- **ARC/VIEW:** desenvolvido pela ESRI, para ambientes PC/Windows, originalmente com uma interface dirigida para apresentação de dados produzidos no ARC/INFO, e cuja funcionalidade vem sendo continuamente aprimorada pelo fabricante. Atualmente as extensões disponíveis pelo fabricante, são diversas: análise matricial, análise de rede, digitalização, leitura de imagens, análise 3D, *business-geographic*.
- **AutoCadMap:** sistema para mapeamento cadastral, desenvolvido pela *Autodesk* (EUA), com base na funcionalidade do AutoCAD.
- **EASI/PACE:** sistema para processamento digital de imagens de satélite, desenvolvido pela *PCI Remote Sensing Corp.*, do Canadá. Possui versões PC e UNIX.
- **ERDAS:** É um sistema modular de processamento digital de imagens e análise espacial, desenvolvido pela ERDAS Inc. (EUA), com os seguintes módulos principais: *Viewer, Import, Image Catalog, Image Interpreter, Data Prep, Vector, Map Composer, Model Maker*. Possui versões PC e UNIX.
- **ER Mapper:** para processamento de imagens de satélite, desenvolvido pela *Earth Resources Mapping Ltda*, da Austrália. Disponível em ambientes UNIX e PC.
- **Idrisi:** sistema de análise geográfica e processamento de imagens para ambiente PC, desenvolvido pela *Clark University* (EUA).
- **MapInfo:** software de para ambientes PC/Windows, desenvolvido pela *MapInfo Corp.*, EUA, com módulos: consulta a banco de dados geográficos, *business-geographic*, modelagem numérica de terreno.

- **Modular GIS Environment (MGE):** desenvolvido pela *Integrgraph*, possui vários módulos para as várias funções de Geoprocessamento e disponível para ambientes Windows NT.
- **SPRING:** desenvolvido pelo INPE para ambientes Windows 95/NT e UNIX (incluindo Linux).

A tabela da “figura 4” descreve a funcionalidade dos diversos sistemas.

SISTEMA	ANG	PDI	MNT	RED	BDG	MAP	GEO
ARC/VIEW	✓*	✓*	✓*	✓*	✓	✓	-
ARC/INFO	✓✓	-	✓	✓	✓✓	✓	-
AutoCad Map	-	-	-	✓	✓	✓	-
EASI/PACE	-	✓✓	-	-	-	✓	✓
ENVI	-	✓	-	-	-	(✓)	-
ERDAS	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
ER-Mapper	-	✓	-	-	-	✓	-
Idrisi	✓	✓	-	-	✓	(✓)	-
MapInfo	✓	-	✓*	-	✓	-	-
MGE	✓	✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓
SPRING	✓	✓✓	✓	-	✓	✓	-

Códigos:

ANG = análise geográfica

PDI = processamento digital de imagens

MNT = modelos numéricos de terreno

RED = modelagem de redes

MAP = produção cartográfica

GEO = geodésia e fotogrametria

BDG = consulta a bancos de dados georreferenciados.

Legenda:

- ✓✓ = disponível com vantagem técnica
- ✓ = disponível (pacote básico)
- ✓* = disponível em módulos adicionais
- (✓) = disponível com limitações, solução especial
- = não disponível

Figura 4: Tabela funcionalidade de SIG's.

Descrição de funcionalidade

Vejamos uma lista não-exaustiva das diferentes técnicas de análise espacial disponíveis em alguns SIG's do mercado, indicando as funções disponíveis em cada caso.

Análise geográfica

Permite a combinação de informações temáticas. Pode ser realizada no domínio vetorial ou no domínio matricial (*raster*). O conjunto básico de funções está listado na tabela da “figura 5”

	ARC View	ARC INFO	EASI PACE	ENVI	ERDAS	ER Mapp	IDRI SI	MAP INFO	MGE	SPRING
Edição Vetorial	✓	✓	-	(✓)	(✓)	-	✓	-	✓	✓
Geração de Topologia	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓
Junção de Mapas	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓
Conversão Matriz-Vetor	✓*	✓	-	(✓)	(✓)	-	✓	-	✓	✓
Determinac. corredores	-	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓
Superposição Vetorial	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-
Álgebra de Mapas Matricial	✓*	✓	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓
Análise multi-critério	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-
MNT por grades regulares	✓*	✓	-	✓	✓	-	✓	✓*	✓	✓
MNT por triangulação	✓*	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	✓
Operações sobre MNT	✓*	✓	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓
Consulta a banco dados	✓	✓	-	(✓)	-	-	✓	✓	✓	✓
Consulta espacial	-	-	-	-	-	-	-	(✓)	✓	-

Figura 5: Tabela apresentando o conjunto básico de funções, combinações e informações temáticas.

Processamento digital de imagens

A tabela da “figura 6”, indica as principais funcionalidades na área de processamento de imagens e sua disponibilidade para os sistemas considerados.

	ARC View	ARC INFO	EASI PACE	ENVI	ERDAS	ER Mapp	IDRISI	MAP INFO	MGE	SPRING
Realce	✓ *	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Mosaico de imagens	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Filtragem espacial	✓ *	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Conversão matriz-vetor	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Componentes principais	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Análise de Fourier	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
Classificação por "pixels"	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Segmentação	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓
Classificação por regiões	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓
Modelos de mistura	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓
Imagens de Radar	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓
Restauração	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓
Ortoretific.	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-
Geração Mapas	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓
Restituição	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-
Imagem hiperespectr.	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-

Figura 6: Tabela indicando as principais funcionalidades na área de processamento de imagens.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que acontece quando a galinha bate a cabeça?

RESPOSTA:

Nasce um galo.

Aspectos gerenciais na escolha de sistemas

A comparação entre os atributos de cada sistema não deve ser o único fator na escolha de um ambiente de Geoprocessamento. É preciso levar em conta o custo do software e hardware, de estabelecer equipes treinadas e de aquisição de dados.

Os custos de treinamento e aprendizagem são muitas vezes subestimados ao se planejar a implantação de Geoprocessamento em uma organização. Os SIG's são sistemas

complexos, com muitos conceitos de lento aprendizado. Estima-se que o tempo para adquirir eficiência na operação de um GIS leve de 6 meses a 2 anos.

É importante levar em conta os problemas de suporte técnico. Dada a complexidade de um SIG, é importante verificar se o vendedor tem condições efetivas de apoiar o uso operacional do sistema.

A aquisição de dados é o maior componente de custos, uma vez estabelecido o ambiente computacional. Como o trabalho de digitalização manual ainda é o fator limitante para aplicações de Geoprocessamento em larga escala, é fundamental considerar alternativas de digitalização automática por *scanners*.

Levando em conta todos estes fatores e baseado na experiência dos autores no uso e implantação de sistemas de Geoprocessamento, pode-se apontar as seguintes considerações, na escolha de ambiente para GIS:

- Para uma empresa iniciante em GIS, a forma mais rápida e barata de ganhar familiaridade com Geoprocessamento é através da utilização de sistemas baseados em PC, em ambiente Windows95. Quando a produção de dados for considerável ou houver necessidades de se processar grande volume de informações, normalmente o sistema mais adequado a ser utilizado é o WindowsNT.

No caso onde as aplicações solicitarem a configuração Cliente/Servidor, aconselha-se estudar a possibilidade da adoção de sistemas UNIX.

- Ao escolher um sistema, levar em conta os custos de treinamento, aquisição de dados e a importância do suporte técnico adequado.

Finalmente, em função do público-alvo, pode ser preferível dispor de sistemas com interfaces e documentação em Português.

DESCRIÇÃO E PADRONIZAÇÃO

Descrição

Um sistema de informação geográfica (SIG), também conhecido como *GIS* (acrônimo/acrônimo inglês de *geographic information system*), 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.

Fitz (2008) conceitua SIG como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a

um sistema de coordenadas conhecido. Tal leva a que gestores de projeto ou administradores de organizações possam geodecidir.

Existem vários modelos de dados aplicáveis em SIG's. Por exemplo, o SIG pode funcionar como uma base de dados com informação geográfica (dados alfanuméricos) que se encontra associada por um identificador comum aos objetos gráficos de um mapa digital. Desta forma, assinalando um objeto pode-se saber o valor dos seus atributos, e inversamente, selecionando um registro da base de dados é possível saber a sua localização e apontá-la num mapa.

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.

Os modelos mais comuns em SIG são o modelo *raster* ou matricial e o modelo vectorial. O modelo de SIG matricial centra-se nas propriedades do espaço, compartimentando-o em células regulares (habitualmente quadradas, mas podendo ser retangulares, triangulares ou hexagonais). Cada célula representa um único valor. Quanto maior for a dimensão de cada célula (resolução) menor é a precisão ou detalhe na representação do espaço geográfico.

No caso do modelo de SIG vectorial, o foco das representações centra-se na precisão da localização dos elementos no espaço. Para modelar digitalmente as entidades do mundo real utilizam-se essencialmente três formas espaciais: o ponto, a linha e o polígono.

Padronização

Na tentativa de chegar a uma padronização dos citados tipos de dados, existe o *Open Geospatial Consortium*, hospedado em <http://www.opengeospatial.org/>. O objetivo é forçar os desenvolvedores de software de SIG e Geoprocessamento adotarem padrões.

Atualmente, possui algumas especificações:

- WMS - *Web Map Service*;
- WFS - *Web Feature Service*;
- WCS - *Web Coverage Service*;
- CS-W - *Catalog Service Web*;
- SFS - *Simple Features – SQL*;
- GML - *Geography Markup Language*.

A partir de 2005, com a disponibilização gratuita do visualizador *Google Earth*, o formato KMZ se popularizou, tornando-se um padrão de fato. Vários SIG, em 2006, já apresentam possibilidades de exportação e importação de arquivos KMZ, como o *NASA World Wind*.

	<p>VOCÊ SABIA?</p> <p style="text-align: center;">Sobreposição de mapas</p> <p>Sobreposição de mapas é uma forma de sobrepor um mapa a outro para obter informações comparadas.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
---	---

UTILIZAÇÃO E SOFTWARES SIG

Utilização do SIG

Os SIG's 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.

Segundo Silva (1999) os objetivos suplementares de um SIG são:

- 1) Produzir mapas com rapidez;
- 2) Diminuir o preço da produção de mapas;
- 3) Facilitar a utilização dos mesmos;
- 4) Produzi-los com mais pormenor;
- 5) Possibilitar automaticamente a atualização e revisão;
- 6) Possibilitar a análise quantitativa de dados espaciais.

Entre as questões em que um SIG pode ter um papel importante encontram-se:

- 1) **Localização:** Inquirir características de um lugar concreto;
- 2) **Condição:** Cumprimento ou não de condições impostas aos objetos;
- 3) **Tendência:** Comparação entre situações temporais ou espaciais distintas de alguma característica;
- 4) **Rotas:** Cálculo de caminhos ótimos entre dois ou mais pontos;
- 5) **Modelos:** Geração de modelos explicativos a partir do comportamento observado de fenómenos/fenômenos espaciais;
- 6) **Material jornalístico.** O jornalismo *online* pode usar SIGs para aprofundar coberturas jornalísticas onde a espacialização é importante.

Um SIG pode ser considerado um instrumento para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planeamento urbano e regional, meio rural e levantamento de recursos renováveis. Aronoff (1991) descreve aplicações representativas para as quais um SIG pode ser utilizado com sucesso. Os exemplos se fazem presentes em várias disciplinas, incluindo aplicações amplamente aceites tais como: agricultura a planeamento do uso do solo, silvicultura e gerenciamento da vida silvestre, monitoramento e gestão de áreas costeiras, arqueologia, geologia e aplicações municipais.

Os campos de aplicação dos SIG's, por serem muito versáteis, são muito vastos, podendo-se utilizar na maioria das atividades com um componente espacial, da cartografia a estudos de impacto ambiental ou vigilância epidemiológica de doenças, de prospecção de recursos ao marketing, constituindo o que poderá designar de Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão. A profunda revolução que provocaram as novas tecnologias afetou decisivamente a evolução da análise espacial.

EXEMPLO:

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.

Softwares SIG

Apresentaremos uma **lista de softwares SIG**, contendo nome dos softwares, sua licença, suas plataformas e seus idiomas disponíveis. Vejamos:

Software	Licença	Plataformas	Idiomas disponíveis
ArcGIS	Software proprietário	Windows	Inglês, Português
Bentley Map	Bentley Systems	Windows, Microstation	Inglês
GEOMEDIA	Software proprietário	Windows	Inglês
GRASS	GNU GPL	Multiplataforma	Inglês
gvSIG	GNU GPL	Multiplataforma	Inglês, Espanhol e Chinês
Mapinfo	Software proprietário	Windows	Inglês
MapWindow	Mozilla Public License	Windows	Inglês
NETtool	Software proprietário (Assinatura Mensal)	Web (SaaS)	Português, Espanhol e Inglês
QGIS	GNU GPL	Multiplataforma	Inglês e Português
SPRING	Software proprietário (Freeware)	Multiplataforma	Português e Inglês
SAGA GIS	GNU GPL	Multiplataforma	Inglês
iSmart	Software proprietário (Shareware)	Multiplataforma / Web (SaaS)	Inglês
TerraView	GNU GPL	Multiplataforma	Português, Espanhol e Inglês
Transcad	Software proprietário	Windows	Inglês
VisualSIG	Software proprietário	Windows	Português, Espanhol e Inglês

Figura 7: Tabela listando vários exemplos de softwares SIG, com informações sobre: licença, plataformas e idiomas disponíveis.

SENSORIAMENTO REMOTO, GPS E GEOPROCESSAMENTO

Os **Sistemas de Informações Geográficas (SIG)** são equipamentos e meios tecnológicos para se estudar o espaço terrestre. São utilizados por pesquisadores, empresas, ONGs, governos, serviços de inteligência, entre outros. Os SIG's resultam da combinação entre três tipos de tecnologias distintos: O sensoriamento remoto, o GPS e o geoprocessamento.

Sensoriamento Remoto

Consiste na utilização de ferramentas, como satélites e radares, para a captação de informações e imagens acerca da superfície terrestre. Podem oferecer informações importantes, como a extensão de uma área agrícola, o tamanho de uma determinada cobertura vegetal, localizar focos de incêndios e desmatamentos, o movimento das massas de ar, entre outros.

Além do uso de satélites, o sensoriamento remoto pode funcionar através do uso de fotografias aéreas, o que também é chamado de **aerofotogrametria**. Tal procedimento se faz com a realização de fotografias tiradas em câmeras acopladas em aviões e helicópteros.

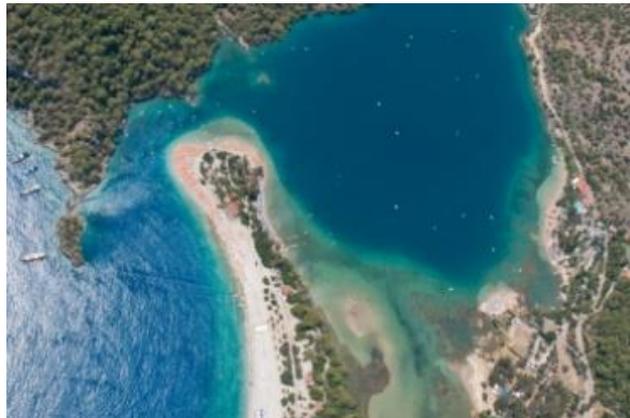


Figura 8: Exemplo de uma fotografia aérea: Fethiye, na Turquia.

GPS

O GPS (Sistema de Posicionamento Global) é um aparelho que está se difundindo cada vez mais no cotidiano das pessoas. Apoiado com uma cobertura de dezenas de satélites, o GPS pode emitir informações de qualquer local do mundo, a partir das coordenadas geográficas. Além de informar as posições de latitude e longitude, o GPS hoje pode informar endereços, ensinar rotas mais curtas para se chegar a um determinado local e, até mesmo, gravar os caminhos percorridos e informar a velocidade de deslocamento.



Figura 9: O GPS vem se tornando cada vez mais comum na vida das pessoas.

Geoprocessamento

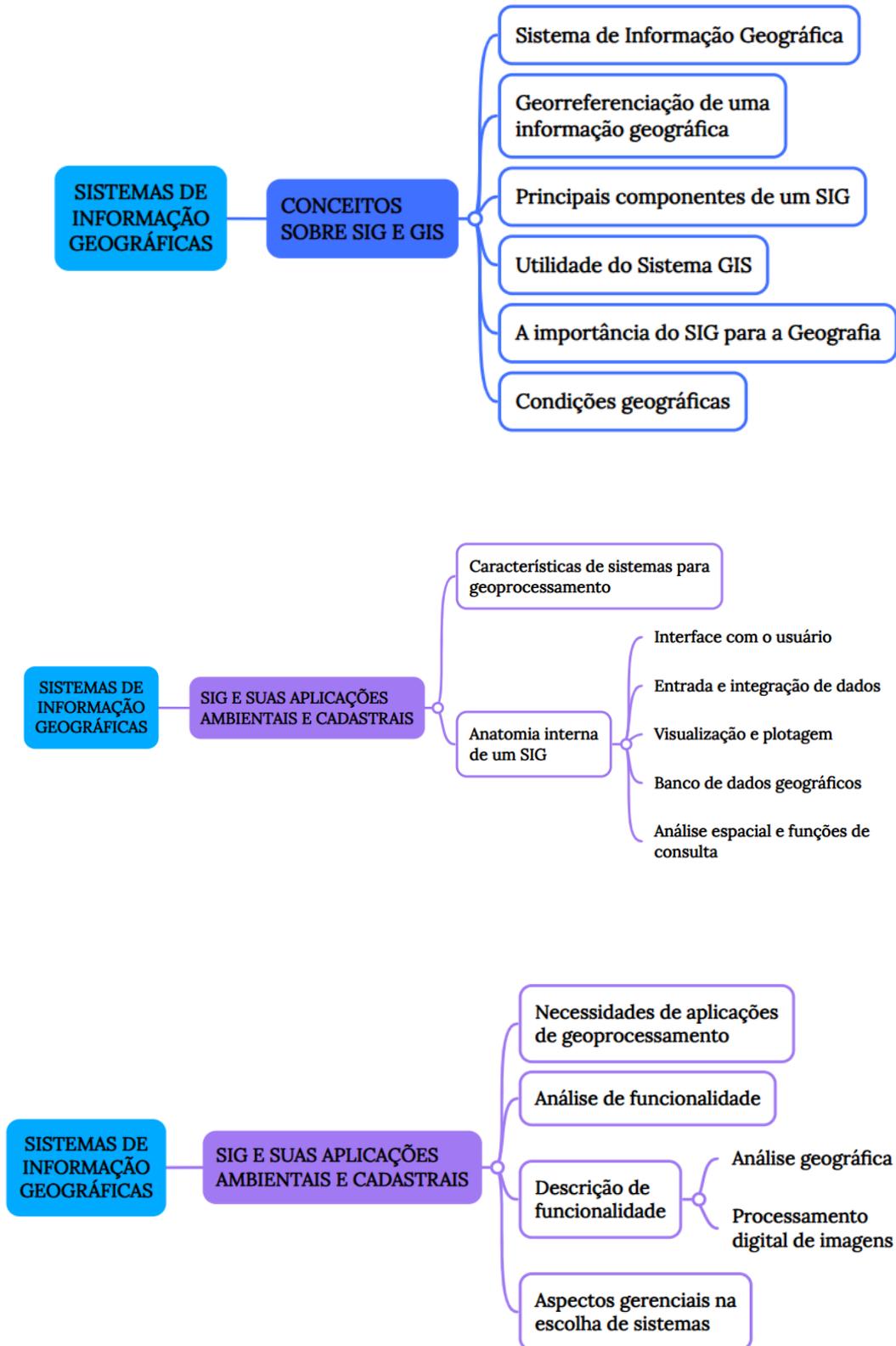
Consiste na etapa de tratamento das informações obtidas por meio do sensoriamento remoto e do GPS para a produção de mapas, cartogramas, gráficos e sistematizações em geral. Tal procedimento consiste no uso de *softwares* especialmente programados para essa função, que são capazes de adicionar legendas e informações diversas sobre o espaço representado. Uma das ferramentas de Geoprocessamento mais conhecidas e utilizadas pelas pessoas é o *Google Earth*, disponibilizado tanto em *software* quanto por meio de acesso à internet.

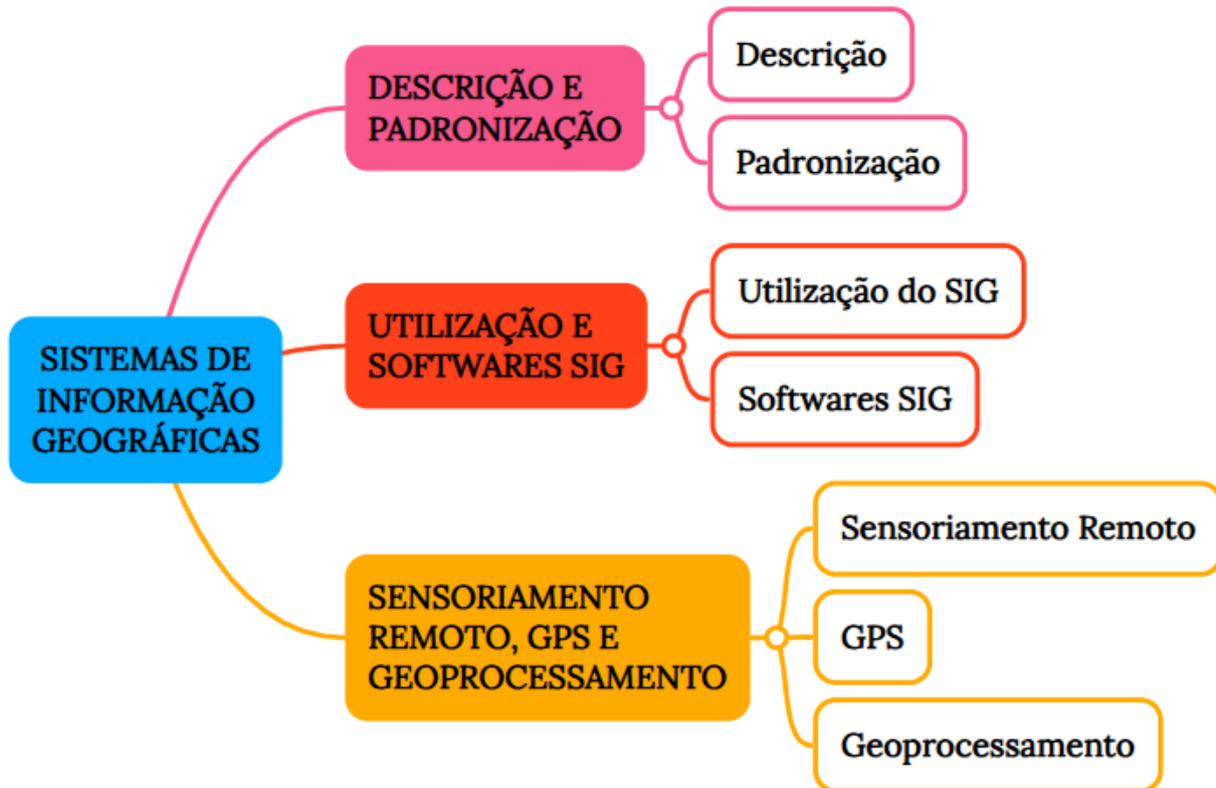


Figura 10: O SIG coloca o mundo na palma das mãos.

Sessões Especiais

MAPA DE ESTUDO





SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

- O **SIG (Sistema de Informação Geográfica)** ou **GIS (Geographic Information System)** é um sistema composto por:
 - ✓ **Software** (ferramentas computacionais).
 - ✓ **Usuário** (operadores e analistas).
 - ✓ **Hardware** (computadores e equipamentos).
 - ✓ **Dados** (informações espaciais e geográficas).
 - ✓ **Metodologia** (técnicas para análise e representação de dados espaciais).
- Criado na década de 1960 no Canadá para inventário de recursos naturais.
- Evolução tecnológica permitiu maior acessibilidade e diversas aplicações.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

- **Georreferenciamento:** processo de associar coordenadas a dados espaciais.
- **Componentes de um SIG:**
 - ✓ Interface com o usuário.
 - ✓ Entrada e integração de dados.

- ✓ Processamento gráfico e imagens.
- ✓ Visualização e plotagem.
- ✓ Banco de dados geográficos.
- **Utilidade do SIG:**
 - ✓ Cruzamento de informações geográficas.
 - ✓ Análise espacial de fenômenos.
 - ✓ Produção de mapas temáticos e gráficos.

3. APLICAÇÕES DO SIG

- **Ambientais:** monitoramento de desmatamento, mudanças climáticas e recursos hídricos.
- **Cadastrais:** gestão de propriedades urbanas e rurais.
- **Planejamento Urbano:** organização de infraestrutura e crescimento populacional.
- **Engenharia e Transporte:** planejamento rodoviário, ferroviário e redes elétricas.
- **Agronegócio:** análise de produtividade, irrigação e qualidade do solo.
- **Geopolítica e Defesa:** monitoramento estratégico de regiões.
- **Saúde Pública:** mapeamento de surtos epidemiológicos.

4. ANATOMIA INTERNA DE UM SIG

- **Interface com o Usuário:** interação com o sistema, pode ser baseada em comandos ou menus gráficos.
- **Entrada e Integração de Dados:** captura de informações via digitalização, sensoriamento remoto, GPS ou importação de outros bancos de dados.
- **Banco de Dados Geográficos:** armazenamento estruturado de informações espaciais e não espaciais.
- **Visualização e Plotagem:** exibição gráfica dos dados para análise e tomada de decisão.
- **Análise Espacial e Funções de Consulta:**
 - ✓ Sobreposição de mapas.
 - ✓ Modelagem de redes.
 - ✓ Processamento digital de imagens.
 - ✓ Modelagem numérica do terreno.

5. MODELOS DE DADOS NO SIG

- **Modelo Raster:**
 - ✓ Dados armazenados em células ou grades (pixels).
 - ✓ Usado em imagens de satélite e análise de terrenos.
- **Modelo Vetorial:**
 - ✓ Representação através de pontos, linhas e polígonos.
 - ✓ Melhor para mapas temáticos e redes de infraestrutura.

6. SOFTWARES SIG

- **Proprietários:**
 - ✓ **ArcGIS** (Windows).
 - ✓ **MapInfo** (Windows).
 - ✓ **Bentley Map** (Microstation).
- **Código Aberto e Livres:**
 - ✓ **QGIS** (Multiplataforma).
 - ✓ **GRASS GIS** (Multiplataforma).
 - ✓ **SPRING** (Desenvolvido pelo INPE).
 - ✓ **gvSIG** (Multiplataforma).
- **Softwares para Processamento de Imagens:**
 - ✓ **ERDAS** (EUA).
 - ✓ **EASI/PACE** (Canadá).
 - ✓ **ER Mapper** (Austrália).

7. SENSORIAMENTO REMOTO, GPS E GEOPROCESSAMENTO

- **Sensoriamento Remoto:**
 - ✓ Coleta de dados por satélites e drones.
 - ✓ Aplicado em monitoramento ambiental e planejamento agrícola.
- **GPS (Global Positioning System):**
 - ✓ Tecnologia para obtenção de coordenadas geográficas precisas.
 - ✓ Aplicações em transporte, logística e localização geoespacial.
- **Geoprocessamento:**
 - ✓ Conjunto de técnicas para tratamento e análise de dados espaciais.

- ✓ Geração de mapas e modelos tridimensionais.

8. NECESSIDADES E APLICAÇÕES DE GEOPROCESSAMENTO

- **Cadastral:** cadastro urbano e rural, levantamento topográfico.
- **Cartografia Automatizada:** mapeamento e produção de cartas geográficas.
- **Análises Ambientais:** gestão de bacias hidrográficas, estudos climáticos.
- **Planejamento Rural e Urbano:** uso sustentável da terra, crescimento urbano.
- **Business Geographic:** logística de distribuição, estudos de mercado.

9. PADRONIZAÇÃO E INTEROPERABILIDADE

- **Organizações e padrões internacionais:**
 - ✓ **Open Geospatial Consortium (OGC):** desenvolvimento de padrões abertos para SIG.
 - ✓ **Especificações:**
 - **WMS (Web Map Service):** serviços de mapas na web.
 - **WFS (Web Feature Service):** serviços para manipulação de dados vetoriais.
 - **GML (Geography Markup Language):** formato padronizado para dados geoespaciais.
 - ✓ **Popularização do KMZ (Google Earth)** como formato amplamente aceito.

10. BENEFÍCIOS E DESAFIOS DO SIG

- **Benefícios:**
 - ✓ Facilidade na tomada de decisão baseada em dados espaciais.
 - ✓ Integração de diferentes tipos de informações geográficas.
 - ✓ Precisão na gestão de recursos naturais e urbanos.
- **Desafios:**
 - ✓ Alto custo de aquisição e manutenção de software e hardware.
 - ✓ Necessidade de profissionais capacitados.
 - ✓ Coleta e atualização de dados podem ser complexas e onerosas.

MOMENTO QUIZ**1. O que significa a sigla SIG?**

- a) Sistema de Informações Geodésicos.
- b) Sistema de Informações Geolíticas.
- c) Sistema de Informações Geográficas.
- d) Sistema de Informações Geocósmicas.
- e) Sistema de Informações Gráficas.

2. Sobre o SIG é CORRETO afirmar:

- a) Um SIG é constituído por um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais.
- b) Um SIG é constituído por um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações planas.
- c) Um SIG é constituído por um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações terrestres.
- d) Um SIG é constituído por um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações aquáticas.
- e) Um SIG é constituído por um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações solares.

3. Existem vários modelos de dados aplicáveis em SIG's. Um exemplo bem conhecido, é o fato do SIG poder funcionar como uma base de dados com informação geográfica, dados que são conhecidos como:

- a) Dados numéricos.
- b) Dados alfanuméricos.
- c) Dados alfabéticos.
- d) Dados binários.
- e) Dados alfabinários.

4. Em relação a padronização, qual das alternativas NÃO corresponde a um exemplo de especificação SIG?

- a) WMS - Web Map Service.
- b) WFS - Web Feature Service.
- c) WCS - Web Coverage Service.
- d) GML - Geography Markup Language.
- e) FFF - Simple Features – SQL.

5. Sobre os mapas, é CORRETO afirmar:

- a) Sobreposição de mapas é uma forma de sobrepor um mapa a outro para obter informações complementares e individuais sem comparações.
- b) Sobreposição de mapas é uma forma de sobrepor um mapa a outro para obter informações sem comparações.
- c) Sobreposição de mapas é uma forma de sobrepor um mapa a outro para obter informações comparadas.
- d) Colocar um mapa ao lado do outro é uma forma de sobrepor um mapa a outro para obter informações comparadas.
- e) Colocar um mapa distante do outro é uma forma de sobrepor um mapa a outro para obter informações comparadas.

Gabarito

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	C
2	A
3	B
4	E
5	C

Referências

ABRANTES, G. C., R. Explicit representation of data that depend on topological relationships and control over data consistency. In: Fifth European Conference and Exhibition on Geographical Information Systems. 1994.

ARCHELA, R.S.; THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. Disponível em: Acessado em: 21 de setembro de 2017.

BARBOSA, C. C. F. Álgebras de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento. Dissertação (mestrado em sensoriamento remoto), Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São Paulo, 1997.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. OMT-G: an object-oriented data model for geographic applications. Geoinformatica. v. 5, n.3. 2001.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. Modelagem conceitual de dados geográficos. In: CASANOVA, M.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. Bancos de Dados Geográficos. Curitiba: Editora Mundo Geo, 2005.

BOSSLER, R.C. QGIS do ABC ao XYZ. Ed: Íthala, 2016.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.



Ineprotec