

Nilton Marques de Oliveira
Organizador

ECONOMIA, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

O48e

Oliveira, Nilton Marques de. (Org.)
Economia, planejamento e desenvolvimento regional. /
Organizador: Nilton Marques de Oliveira. – Palmas-TO: EDUFT, 2020.
155 p. il. ; 21x29,7 cm.

ISBN 978-65-89119-30-2
Inclui referências bibliográficas.

1. Desenvolvimento. 2. Economia regional, Palmas. 3.
Geoprocessamento. 4. Economia, Palmas I. Nilton Marques de
Oliveira. II. Título.

CDD – 330.9

**Nilton Marques de Oliveira
(Organizador)**

ECONOMIA, PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL



**PALMAS - TO
2020**

GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE REGIONAL

Rodolfo Alves da Luz - PGDR/UFT, e-mail: rodolfodaluz@mail.uft.edu.br

Marta Eichemberger Ummus - Embrapa/CNPASA, e-mail: marta.ummus@embrapa.br

INTRODUÇÃO

As análises espaciais quando aplicadas à realidade socioeconômica de uma determinada região produzem informações essenciais para a gestão e para o planejamento regional. Além de auxiliarem na caracterização socioeconômica e ambiental, tais análises possibilitam a identificação das estruturas, funcionalidades e articulações entre os fenômenos espaciais que ocorrem em determinado território.

De acordo com Santos (2002), o mundo atual se configura em espaços desiguais, sendo uns mais dinâmicos que outros, com mais ou menos concentração, centralização e fluidez de capitais. Esta configuração espacial heterogênea faz com que o elemento geográfico ganhe ainda mais destaque nos estudos sociais e econômicos. Os constantes avanços da informática e da internet, bem como a popularização cada vez maior das geotecnologias, fazem com que a quantidade de dados geográficos, socioeconômicos e ambientais gerados seja muito grande, ao passo que sua acessibilidade e disponibilização exige mecanismos cada vez mais complexos que levantem, validem e sistematizem toda essa informação gerada. Para que as análises espaciais sejam feitas de maneira eficaz e consistente, torna-se se cada vez mais necessária a organização de todas as informações geográficas, sociais e econômicas em um *Banco de Dados Geográficos (BDG)*, que, por sua vez, podem ser gerenciados por um *Sistema de Informações Geográficas (SIG)*.

O uso de informações espaciais não é algo novo, porém a facilidade de acesso e a alta capacidade de processamento em modernos sistemas de informação têm inserido o dado espacial em muitas áreas de aplicação (BRANDMUELLER *et al.*, 2017). Os conceitos, ideias e resultados das análises espaciais só fazem sentido quando traduzidos em representações gráficas, ou seja, em mapas, por meio da linguagem cartográfica. Porém atualmente, além da linguagem cartográfica é essencial a tradução destes mapas para a linguagem digital, por meio do Geopro-

cessamento (CÂMARA, 2005). Assim, a *Cartografia* e o *Geoprocessamento* são disciplinas fundamentais para a realização de estudos na área do desenvolvimento regional.

Dessa forma, busca-se aqui apresentar os conceitos fundamentais de cartografia, dados geográficos, sistemas de informação geográficas e geoprocessamento bem como mostrar como estas ferramentas e campos do conhecimento têm sido utilizados em pesquisas relacionadas ao desenvolvimento regional dentro do PPGDR.

CARTOGRAFIA

Estudos arqueológicos evidenciam que a Cartografia é praticada desde a pré-história, mesmo antes da invenção da escrita. A necessidade da humanidade em armazenar o conhecimento sobre a superfície terrestre e racionalizar o uso do espaço conhecido está registrada, por exemplo, em placas de barro da Mesopotâmia, em fibras vegetais e conchas de ilhas do pacífico e em pinturas rupestres na Itália (DUARTE, 2006).

A Cartografia pode ser entendida como ciência, arte e técnica. Em 1973, a Associação Internacional de Cartografia (*International Cartographical Association – ICA*) definiu que:

Cartografia é a arte, ciência e tecnologia de construção de mapas, juntamente com seus estudos como documentação científica e trabalhos de arte. Neste contexto, mapa deve ser considerado como incluindo todos os tipos de mapas, plantas, cartas, seções, modelos tridimensionais e globos, representando a Terra ou qualquer outro corpo celeste.

De acordo com (DENT, 1985), “a arte na Cartografia corresponde à habilidade do Cartógrafo em sintetizar os vários ingredientes envolvidos no processo de abstração, organizando-os em um todo que facilite a comunicação de ideias”. Para Duarte (2006, p. 172):

o mapa deve constituir-se num conjunto harmonioso de símbolos, letras e cores, de modo que sua mensagem possa ser entendida com facilidade. Um bom mapa jamais deve ser confundido com complexidade, visto que tudo deve ser devidamente dosado para que a mensagem fique clara, tendo em vista a finalidade da representação gráfica.

Além de se constituir numa área autônoma do conhecimento científico, a cartografia também é tanto técnica quanto método científico utilizado por diversas outras áreas do saber, com destaque à Geografia, mas também com grande utilidade para Economia, Ciências Sociais, História, Biologia, Geologia, Agronomia, Arquitetura, entre outras. É a linguagem cartográfica que permite a tradução em representações gráficas dos conceitos, ideias e fenômenos espaciais analisados por estas outras ciências.

Todo mapa é uma abstração da realidade, pois é impossível representar graficamente o mundo real em toda a sua complexidade e dimensões (NOGUEIRA, 2006). O maior desafio da cartografia sempre foi o de representar uma superfície grande e curva numa superfície bem

menor e plana, seja uma folha de papel, seja uma tela de computador. A passagem de uma dimensão para a outra exige uma série de operações matemáticas e gráficas estudadas pelo que pode ser denominado de Cartografia Sistemática, enquanto a comunicação de fenômenos específicos bem como o uso correto de símbolos, cores e da estatística são objeto de estudo da Cartografia Temática.

Cartografia Sistemática

A cartografia Sistemática busca a descrição mais exata possível da superfície terrestre, bem como da localização dos objetos naturais e artificiais que estão sobre esta superfície, como por exemplo: rios, cidades, morros, serras, praias, determinadas culturas e edifícios. Para a definição da forma e das dimensões do planeta, ela se apoia na *geodésia*, a qual transpõe matematicamente a superfície irregular do planeta para o plano, utilizando-se para isso dos sistemas de projeção cartográficas. Para a localização das feições na superfície terrestre são utilizados os *sistemas de coordenadas*, os quais dependendo da dimensão da superfície a ser representada ou do objetivo se expressam basicamente em sistemas métricos ou sistemas geográficos (grau, minuto e segundo).

Outro elemento essencial para a cartografia sistemática é a *escala*. Para Joly (1990, p. 8), “mais que uma simples relação matemática, a escala é um fator de aproximação do terreno, cheio de significado científico e técnico”. A escala cartográfica é uma relação matemática de quanto a porção da superfície representada no mapa foi reduzida. Escalas grandes representam pequenas porções da superfície terrestre, possibilitando, assim, sua representação detalhada, por exemplo, 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000. Escalas pequenas representam grandes porções da superfície, não permitindo a visualização de detalhes, por exemplo, 1:100.000, 1:500.000, 1:1.000.000.

Portanto, a cartografia sistemática é descritiva e mostra as propriedades “vistas” dos objetos geográficos por meio de transformações geométricas e matemáticas da superfície terrestre, possibilitando a produção dos mapas base, ou mapas de referência, que se constituem no “pano de fundo” ou no “cenário” em que são apresentadas as análises espaciais.

Ao elaborar um mapa, é essencial o operador estar ciente das características cartográficas dos dados. Processamentos e análises não devem ser iniciados sem que as seguintes perguntas sejam respondidas: Qual modelo de Terra/*datum*, projeção e sistema de coordenadas meu dado foi obtido? Quais as escalas apropriadas para o uso deste dado?

Cartografia Temática

A cartografia temática busca a explicação dos fenômenos geográficos, tratando de fenômenos específicos organizados por temas. Permite também representar fenômenos físicos, culturais e abstratos que não se inscrevem material e geometricamente sobre a superfície terrestre como, por exemplo, ventos, rochas, magnetismo, grau de escolaridade, índice de desenvolvimento humano etc. Para definição das maneiras mais adequadas de representação dos fenômenos geográficos, ela se apoia na *semiologia gráfica*, a qual estabelece uma espécie de gramática da linguagem cartográfica (JOLY, 1990).

Fenômenos geográficos se manifestam em pontos, linhas ou áreas/zonas e os objetos que os integram, podem ter relações qualitativas, quantitativas ou hierárquicas (ordem). Tais

fenômenos e relações podem ser traduzidos graficamente (desenhadas) com a utilização de ao menos seis variáveis: tamanho, forma, granulação/textura, valor, orientação e cor. A cartografia temática trata dos diferentes métodos de representação destes fenômenos, relações e objetos em mapas, bem como da indicação dos métodos mais apropriados para cada tipo (MARTINELLI, 2016).

Portanto, a cartografia temática é analítica, mostrando as propriedades “conhecidas” dos objetos geográficos por meio de símbolos e variações gráficas, que buscam explicar os fenômenos físicos, culturais e abstratos que ocorrem na superfície terrestre. Todo mapa temático é feito sobre um mapa de referência (mapa-base) produzido sob os preceitos da cartografia sistemática.

A escala do mapa deve estar intimamente ligada à escala geográfica do fenômeno a ser analisado. Dessa forma, fenômenos globais devem ser representados em escalas cartográficas pequenas e fenômenos locais, em escalas grandes. Muitas vezes a escala geográfica do fenômeno analisado define o próprio método da pesquisa.

Por se preocupar com a forma de apresentação dos dados, não se deve elaborar um mapa sem ter em mente os preceitos da cartografia temática. Do contrário, o poder de comunicação do mapa será reduzido ou pior, o mapa poderá induzir o leitor a interpretações equivocadas.

DADOS GEOGRÁFICOS

Para Silva (2003, p.29), os dados geográficos compõem, de uma forma geral, “um conjunto de valores numéricos ou não que corresponde à descrição de fatos do mundo real”, e têm atributos que podem ser espaciais, temporais e temáticos. Não se deve confundir dado com informação, pois a informação trata de “um conjunto de dados que tem um determinado significado para uso ou aplicação em particular, ou seja, foi agregado ao dado um componente adicional, a interpretação”.

Dessa forma, considera-se que o dado é um valor bruto que ao ser processado e interpretado se transforma em informação. Em outras palavras, o ser humano percebe os fenômenos e fatos do mundo por meio dos dados que são coletados para que, posteriormente, sejam convertidos em informações por processos cognitivos de seleção, sumarização, generalização, estimativa e simulação (DIAS & BATISTA, 2008).

Por sua vez, os dados geográficos são aqueles que se caracterizam por terem os atributos de “localização geográfica”, ou seja, estarem posicionados na superfície da Terra por meio da atribuição de coordenadas aos pontos ou aos vértices que formam linhas e áreas. Assim, entre outros atributos, o dado geográfico deve ter necessariamente os atributos de localização, que se traduzem cartograficamente pelas latitudes e longitudes do local onde tal fenômeno/dado ocorre.

Por exemplo, uma pessoa pode ter diversos atributos qualitativos ou quantitativos como idade, altura, peso, sexo, tipo sanguíneo, renda, estado civil etc. Porém todos estes atributos só

passam a ser geográficos quando se atribui a localização desta pessoa por meio das coordenadas geográficas de onde ela reside (ou trabalha, ou estuda). Dessa forma o dado e todos os seus atributos se transformam em dados geográficos.

A coleta, reunião, processamento e generalização de diversos dados são etapas imprescindíveis de qualquer pesquisa acadêmica ou trabalho técnico. No entanto, análises espaciais precisam ir além e traduzir estas informações geográficas em representações gráficas (símbolos, ilustrações e desenhos) com localização determinada por coordenadas, utilizando todo o arcabouço teórico e metodológico da cartografia.

O quadro 1 apresenta algumas bases de dados cartográficos e geográficos do Brasil e do mundo, muito utilizadas em análises regionais¹⁴.

14 Uma lista mais completa de dados geográficos disponibilizados na internet foi organizada pelo Núcleo de Geotecnologias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e pode ser consultada em https://www.labgis.uerj.br/fontes_dados_busca.php?g=0

Quadro 1 - Bases de dados Cartográficos Brasil e Mundo

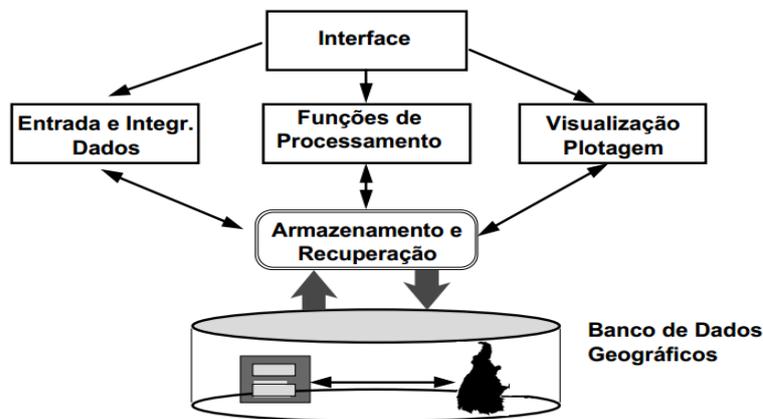
BRASIL		
Órgão	Página na internet	Temas
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage	Bases cartográficas e dados socioeconômicos e ambientais
DSG - Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro	http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php	Bases cartográficas
Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	http://www.dgi.inpe.br/	Imagens de satélite
Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada	http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx	Dados socioeconômicos
Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Diversas unidades, com destaque às unidades Territorial, Meio Ambiente e Solos. https://www.embrapa.br/embrapa-no-brasil	Dados agropecuários e ambientais
Incra - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária	http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php	Dados fundiários
CPRM – Serviço Geológico do Brasil	https://www.cprm.gov.br/	Dados ambientais
ANA – Agência Nacional de Águas	https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home	Base hidrográfica e recursos hídricos
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes	http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles	Bases viárias
Datasus – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde	http://datasus.saude.gov.br/	Dados relacionados à saúde pública (mortalidade, morbidade, etc.)
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia	http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep	Dados meteorológicos
Ministérios do governo federal	Vários em escala nacional. Destaque para os ministérios relacionados ao planejamento, infraestrutura e meio ambiente: https://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/geoprocessamento/item/863.html	Dados socioeconômicos, logísticos e ambientais
Secretarias e estados e de municípios	Vários em escalas estaduais e municipais. Destaque para as secretarias relacionadas ao planejamento, infraestrutura e meio ambiente. Por exemplo, Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins: http://www.sefaz.to.gov.br/zoneamento/bases-vetoriais/	Dados socioeconômicos, logísticos e ambientais
Projeto MapBiomias	http://mapbiomas.org/download	Uso e cobertura da terra por biomas. Brasil.

MUNDO		
Órgão	Página na internet	Temas
USGS – United States Geological Survey	https://earthexplorer.usgs.gov/	Imagens de satélite
ONU - Organização das Nações Unidas	http://data.un.org/	Dados socioeconômicos
GADM	https://gadm.org/	Limites territoriais do mundo (Países, Estados/Províncias, municípios)
Eurostat - Statistical Office of the European Union	https://ec.europa.eu/eurostat	Dados socioeconômicos da Europa

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são “sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la” (ARONOFF, 1989; BULL, 1994; CÂMARA *et al.*, 1996) (Figura 01). Os SIGs fazem análises complexas, integram dados de diversas fontes, criam bancos de dados georreferenciados e automatizam a produção de documentos cartográficos.

Figura 01 - Estrutura geral de um Sistema de Informações Geográficas.



Adaptado de Câmara, Davis e Monteiro (2004).

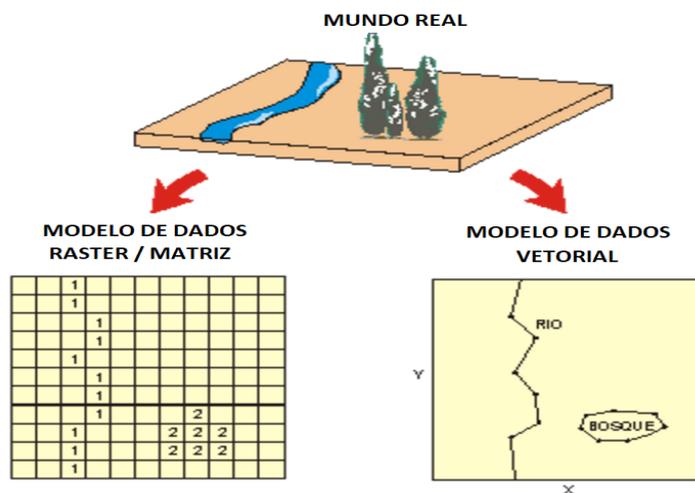
Segundo Furlan (2011, p. 98)

“Os sistemas de informações geográficas não são apenas repositórios de dados geográficos. Esses sistemas têm a função de adquirir, armazenar, verificar, recuperar, integrar, consultar, analisar e combinar informações geográficas disponíveis e, então, gerar novas representações que possibilitam as tomadas de decisões”.

Com o desenvolvimento rápido da computação, informática e internet, tem ocorrido uma verdadeira revolução no uso dos SIGs em razão da grande quantidade de dados que podem ser processados, bem como da velocidade de processamento que aumenta a cada ano. De acordo com Câmara & Queiroz (2004), há pelo menos três maneiras mais comuns de utilização dos sistemas de informações geográficas: a) como ferramenta para produção de mapas; b) como suporte para análise espacial de fenômenos; e c) como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Além da linguagem cartográfica, o SIG também trabalha com a linguagem computacional, e o usuário deve conhecer a estrutura destes tipos específicos de dados digitais relacionados à fenômenos geográficos. São duas as estruturas básicas: a estrutura vetorial e a estrutura matricial ou raster (Figura 02).

Figura 02 – Exemplo de representação de uma mesma realidade em duas estruturas digitais diferentes: raster (matriz) e vetorial



Fonte: <<https://sites.google.com/site/siggeografico/preparing-to-go-google-2>>. Acesso em 13/09/2019.

Os vetores tratam da representação gráfica de dados geográficos pela determinação da sua localização por um ou mais pares de coordenadas (CÂMARA & MONTEIRO, 2004). No caso dos pontos, basta um par de coordenadas para cada ponto; no caso de linhas e polígonos, cada vértice da figura é georreferenciado por um par de coordenadas. Sistemas CAD (*Computer Aided Design*, ou Desenho Assistido por Computador) também utilizam as representações vetoriais referenciadas em um plano cartesiano simples, porém, em um SIG, estes vetores são referenciados conforme sistemas de projeção cartográficas predeterminadas, portanto, são **georreferenciados**. Além disso, em um SIG os vetores são acompanhados das informações materializadas na tabela de atributos e trazem recursos de tratamento topológico.

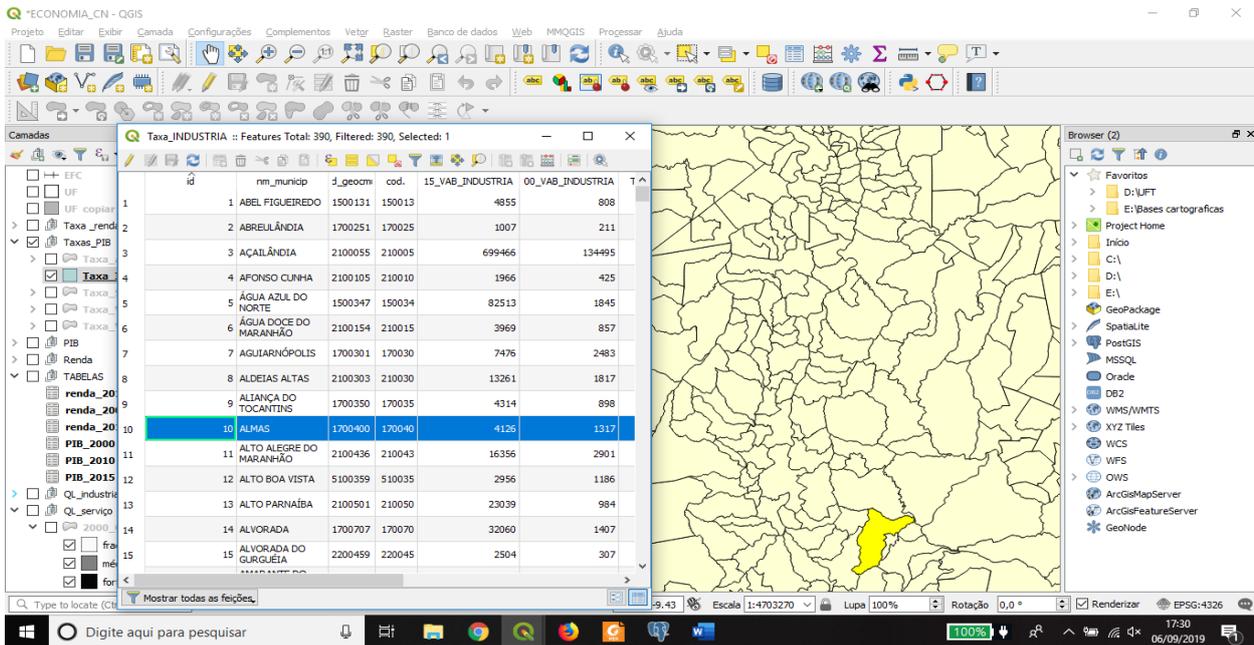
A topologia trata da forma como os vetores ocorrem e se relacionam entre si. Em um SIG eles devem estar configurados corretamente para a realização de análises e processamentos. Por exemplo, linhas podem estar organizadas em redes (sistema viário), ou em “árvores” (cursos d’água, drenagens), ou ainda de forma aninhada (curvas de nível); polígonos não devem apresentar nem sobreposições nem vazios quando representam limites administrativos (municípios, unidades da federação, países etc.); as linhas de rios que configuram limites entre dois países devem se sobrepor aos trechos da borda dos dois polígonos vizinhos.

Estes são exemplos de regras topológicas incorporadas ao SIG que buscam retratar o fenômeno geográfico da maneira mais próxima do real. Caso os vetores não estejam configurados respeitando as regras topológicas, os processamentos podem não ser feitos da maneira correta ou ainda pior, podem apresentar resultados que não condizem com a realidade. Por exemplo, uma pesquisa que busca identificar o melhor caminho entre dois pontos não será feita corretamente caso as linhas que o representam não estiverem informando onde são os cruzamentos de vias, onde se localiza um viaduto que não permite a conversão, qual o sentido do fluxo etc. Ou ainda, o somatório de áreas de municípios do Brasil não será igual à área total do Brasil se os polígonos dos municípios tiverem sobreposições e/ou lacunas, tendo impacto direto na validação das informações geradas.

Na estrutura matricial ou raster, o espaço é representado como uma matriz composta de colunas e linhas. Cada célula se refere a um *pixel* da matriz e tem um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e pode ser acessada individualmente pelas suas coordenadas (CÂMARA, 2005). Um conjunto de células (*pixel*) forma a imagem, que tem precisão/resolução definida justamente pelo tamanho da área representada por cada *pixel*. Assim, os arquivos *raster* em que cada *pixel* abrange uma grande área da superfície da Terra apresentam baixa resolução espacial. Ao passo que, arquivos em que cada *pixel* abrange uma pequena porção da superfície terrestre proporcionam uma alta resolução espacial. A grande maioria dos produtos oriundos do sensoriamento remoto é estruturada em formatos raster: imagens de satélites, fotografias aéreas, imagens de radar etc. são inseridas nos SIGs como estruturas matriciais.

Tanto as estruturas raster quanto as vetoriais permitem que o SIG conjugue as entidades espaciais aos atributos não espaciais. Em outras palavras, os pontos, linhas, polígonos ou *pixels* localizados no planeta pelas coordenadas geográficas passam a ter também informações qualitativas e/ou quantitativas das mais diversas. Assim, um elemento gráfico ou um desenho digital, passam a ter uma tabela de atributos associada em que as linhas da tabela são as entidades espaciais (linhas, ponto ou polígonos no caso dos vetores, ou o *pixel* no caso das matrizes) e as colunas passam a ser os atributos (textos, números, datas, valores monetários, idades, índices, taxas etc.). Os vetores podem ser associados a diversos atributos/colunas (Figura 03), enquanto os rasters apresentam apenas um valor numérico por *pixel*.

Figura 03 – Exemplo de visualização de dados em um programa de geoprocessamento e SIG



Fonte: Elaboração própria. (QGIS, versão 3.2).

Observa-se na figura supracitada as informações espaciais (polígonos dos municípios brasileiros) associadas à sua tabela de atributos (no caso, os campos de nome, código do município e Valor Adicionado Bruto da produção industrial em 2015 e em 2000).

Não há como afirmar qual estrutura é mais adequada para a realização de análises espaciais, pois vai depender das características dos dados e dos objetivos de cada pesquisa. É importante o usuário do SIG saber identificar qual estrutura é mais adequada para seu tipo de estudo. Por exemplo, estudos de sistemas viários ou redes hidrográficas provavelmente demandam a montagem de banco de dados com estruturas vetoriais, uma vez que as relações topológicas são essenciais para o processamento dos dados. Por outro lado, estruturas matriciais são mais adequadas para fenômenos representados de forma contínua no espaço, os quais demandam a “varredura” total de uma área, como por exemplo na identificação de queimadas por meio de imagens de satélite, ou quando é necessário gerar modelos e mapas síntese pelo cruzamento de várias camadas temáticas, como na elaboração de um mapa de fragilidade ambiental.

No geral, a estrutura vetorial tem um formato digital que ocupa menos espaço nos discos rígidos dos computadores, porém nem sempre é a estrutura mais adequada para o tipo de estudo que se deseja fazer. De qualquer maneira, os SIGs permitem intercâmbio entre uma estrutura e outra, ou seja, permitem transformações de um dado vetorial para matriz e vice-versa, oferecendo diversas possibilidades para os seus usuários. Vetores e matrizes são as estruturas mais comuns, mas pode-se incluir também as grades retangulares e triangulares formadas por pontos cotados, conhecidas como Modelo Numérico de Terreno (MNT). O MNT é utilizado para denotar uma grandeza que varia continuamente no espaço, como, por exemplo, as altitudes (CÂMARA *et al.*, 1996). Desde que se tenha uma grade de pontos com valores numéricos tomados em campo ou por sensoriamento remoto, pode ser aplicada a modelagem e gerado um MNT, o que faz estas estruturas serem muito comuns em mapeamentos do meio físico (temperaturas, precipitação,

solos, geologia etc.), bem como muito úteis às análises geoestatísticas. Por consequência, os SIGs constituem ferramentas computacionais indispensáveis ao Geoprocessamento, tema do próximo capítulo.

GEOPROCESSAMENTO

O processamento e a sistematização de dados geográficos, como a geração de mapas de síntese pelo cruzamento de diferentes mapas analíticos, ou o processamento geoestatístico dos dados, são anteriores ao uso de computadores. Pode-se dizer que o geoprocessamento é uma possibilidade metodológica essencial da própria ciência geográfica desde os seus primórdios, como por exemplo, no clássico mapa do médico inglês John Snow de 1854 (Figura 04). Nesse exemplo, o mapa é resultado do cruzamento dos dados sobre os casos de morte por cólera e os poços de água que abasteciam a população, permitindo com que fosse identificado o poço contaminado na Broad Street.

No entanto, o termo ‘Geoprocessamento’ começou a ser utilizado com o desenvolvimento da ciência computacional, quando os dados geográficos passaram a ser processados em meio digital, adicionando a informática no escopo de disciplinas das ciências geográficas. Dessa forma, um conceito mais adequado para Geoprocessamento é “disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica” (CÂMARA & DAVIS, 2004, p.1-1).

Figura 04 – Excerto do mapa das mortes por cólera (pontos) e localização dos poços de abastecimento de água (X). Londres, Reino Unido, 1854.



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_analysis

Este tratamento pode ser entendido como o processamento e sistematização dos dados geográficos disponibilizados e organizados em SIGs, tornando-os ferramentas computacionais indispensáveis ao Geoprocessamento. Não por acaso que os termos SIG e Geoprocessamento são quase que indissociáveis, fazendo inclusive com que muitas vezes os conceitos sejam confundidos.

Além do conhecimento cartográfico de quem opera o sistema, um bom processamento das informações geográficas depende de um banco de dados geográficos organizado e validado, que facilita o funcionamento do SIG. Por meio de um SIG bem elaborado e do geoprocessamento, é possível responder as seguintes perguntas: i) Como traduzir o fenômeno geográfico em representações gráficas digitais? ii) Como representar graficamente (desenho) meus dados e informações em meio digital? iii) Conforme o tipo de fenômeno, como selecionar as estruturas (raster, vetor ou MNT) e os modos de implantação (pontos, linhas ou polígonos/zonas) mais apropriados?

APLICAÇÕES DO GEOPROCESSAMENTO NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Apresenta-se nesse tópico alguns estudos de caso que utilizaram o geoprocessamento em análises espaciais aplicadas aos estudos regionais. Alves (2012) analisa as vantagens e “desvantagens” locais, especialização e estrutura regional. Essa incorporação das questões de localização e de configuração espacial à teoria econômica faz com que as técnicas e ferramentas do geoprocessamento e do SIG passem a ganhar importância em tais análises, como demonstrado a seguir.

Carvalho *et al.* (2018) estudaram a dinâmica do emprego formal nas atividades produtivas na microrregião de Porto Nacional do estado do Tocantins, por meio das medidas de localização, nos anos de 2005, 2010 e 2015. Para o estudo dos setores econômicos, foram utilizadas as seguintes medidas de localização: Quociente de Localização e o Índice de Concentração de Hirschman-Herfindahl (IHH). Os resultados mostraram que a dinâmica regional das atividades produtivas na microrregião de Porto Nacional se localiza em áreas mais desenvolvidas como na capital e em seu entorno e demonstram uma concentração e especialização (potencial) maior no setor da administração pública e da agropecuária. Estudos semelhantes foram feitos por Saraiva *et al.* (2020) para a microrregião de Imperatriz-MA e por Alves *et al.* (2018) para a Região de Integração dos Carajás-PA.

Milagres *et al.* (2018) analisaram os Territórios do Médio Araguaia e Jalapão na implementação da política de desenvolvimento rural no estado do Tocantins, verificando os indicadores de localização e especialização regional. Os principais resultados sugerem que os indicadores contribuem para aferir a espacialização nos territórios e perceber a heterogeneidade nas regiões estudadas, permitindo utilizar a categoria emprego para analisar o contexto de uma política de desenvolvimento rural. Ainda na análise da temática rural, Mendonça *et al.* (2018) elaboraram um índice de desenvolvimento rural para os municípios do estado do Pará, utilizando a análise fatorial, evidenciando que a colonização de regiões distantes não foi acompanhada por investimentos em obras e serviços adequados ao provimento de qualidade de vida tanto de populações tradicionais quanto da população migrante que se instalou nas áreas rurais do estado.

Barbosa *et al.* (2019) propõem uma regionalização para o estado do Tocantins, partindo de critérios especificamente econômicos, utilizando o Índice de Terceirização e o Modelo Gravitacional de Isard. Os resultados apresentam uma divisão regional para o Tocantins baseada em nove polos econômicos.

Oliveira e Piffer (2018) estimaram e analisaram os indicadores de análise regional dos ramos de atividades produtivas no estado do Tocantins entre 2000 e 2010. Utilizou-se da análise regional para estimar o quociente locacional, coeficiente de associação geográfica e o multiplicador de emprego. Os principais resultados sugerem que a atividade econômica que mais emprega é a administração pública. Palmas, capital do estado, tem grande parte das indústrias de transformações, localizadas na BR-153, ou próximo a seu acesso. O processo de transformação econômica do Centro Norte do Brasil foi analisado por Oliveira e Piffer (2017) por meio do desempenho locacional de suas atividades produtivas, entre 2000 e 2010, indicando que o Sudeste da Amazônia Legal, a partir do final do século XX, assume a função de uma Região Produtiva do Agronegócio (RPA) e se desagrega do contexto amazônico.

Rezende *et al.* (2012) verificaram a localização espacial da indústria de transformação brasileira em seus aspectos de clusterização e concentração entre 1994 e 2009, confirmando a existência de uma grande concentração industrial nas regiões Sul e Sudeste do Brasil e indicando uma relativa desconcentração industrial em alguns estados da região Nordeste e Goiás, bem como a dificuldade que essas regiões têm na atração de indústrias que dependem de níveis mais elevados de tecnologia.

O geoprocessamento auxilia também na evidenciação de desigualdades regionais, como demonstrado por Lima & Lima (2017), que verificaram estabilidade da distribuição espacial do PIB per capita nas microrregiões brasileiras entre 1970 e 2012, além da existência de economias com alto PIB per capita com vizinhos de baixo PIB per capita, um indício de que o dinamismo dessas economias não é suficiente para assegurar o desenvolvimento das economias vizinhas (ausência de spillovers positivos).

As desigualdades regionais também são apresentadas por Carloto (2017) ao refletir sobre a categoria território usado e sobre os dados educacionais e econômicos dos municípios brasileiros desde os anos 1990. O autor indica que o analfabetismo e o baixo acesso ao ensino superior estão diretamente relacionados ao baixo rendimento e ao exercício do emprego informal, revelando os lugares de escassez e os lugares de abundância da federação brasileira. Santos *et al.* (2014), ao analisarem o Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDHM) com o uso da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), identificaram aglomerados e situações atípicas nos dados do IDHM da região Semiárida Brasileira bem como a existência de autocorrelação espacial no IDHM.

Estes foram alguns exemplos de aplicações do geoprocessamento na análise regional de forma mais direta. No entanto, entendendo o desenvolvimento regional como algo mais amplo, para além das questões econômicas e sociais, a utilidade do geoprocessamento é ainda mais perceptível em análises ambientais (CREPANI *et al.*, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2012; SILVA & ZAIDAN, 2012; VALERIANO *et al.*, 2012; IRMÃO & MACIEL, 2015), no planejamento urbano (FARINA, 2006; CARVALHO & LEITE, 2009; BORBA & SILVA, 2011; MOURA, 2014; SILVA *et al.*, 2015; AMARAL & DAL'ASTA, 2018), no geomarketing (FURLAN, 2011) e na cartografia social (ACSERALD, 2010; SILVA & VERBICARO, 2016; SILVA *et al.*, 2017; UMMUS *et al.*, 2018).

Acrescenta-se a todos estes exemplos a importância do geoprocessamento e do SIG na disponibilização de dados geográficos para acesso livre pela sociedade. A principal contribuição destes ramos da ciência certamente é a possibilidade de reunir informações dos mais diversos temas em bancos de dados validados e bem estruturados, os quais podem ser manipulados de maneira relativamente fácil e dinâmica. Com base nestes bancos de dados é possível elaborar plataformas na internet e, por exemplo, estruturar observatórios regionais que permitem monitoramento e atualização constante (BRANDMUELLER *et al.*, 2017).

LIMITAÇÕES

É de extrema importância compreender que há limitações no uso das ferramentas de geoprocessamento. Tais limitações podem estar relacionadas à inacessibilidade ou falta de confiabilidade a dados específicos; ao levantamento ou organização inadequada ou não validada

dos dados; às escalas utilizadas; às próprias limitações computacionais dos sistemas informatizados; e ao uso de modelos para a compreensão da realidade. Em primeiro lugar, é essencial utilizar uma base cartográfica bem organizada, com dados confiáveis e com vetores de topologia bem configurada. A escala cartográfica deve ser adequada à escala geográfica do fenômeno, assim, fenômenos globais podem (e devem) ser analisados em uma escala cartográfica pequena (acima de 1:500.000); fenômenos regionais, em escalas médias (entre 1:500.000 e 1:50.000); e fenômenos locais, em escalas grandes (abaixo de 1:25.000).

Muitas vezes podem existir problemas de acessibilidade a alguns dados e ainda mais, quando acessíveis, terem baixa confiabilidade. Por exemplo, muitas vezes dados disponibilizados por prefeituras estão em formato CAD, o que pode trazer problemas de georreferenciamento, falta de informações sobre atributos e, principalmente problemas na topologia.

Outras limitações são oriundas da capacidade física dos equipamentos, um banco com uma grande quantidade de dados e/ou com arquivos muito pesados exige computadores de alta performance (capacidade de armazenamento e processamento). Há ainda limitações de base teórica. De acordo com Câmara et al. (2004), há algumas fronteiras do conhecimento que os modelos matemáticos e geográficos não conseguiram transpor e que desafiam os cientistas do tema a todo momento, como: i) Modelagem de processos espaço-temporais; ii) Tratamento das funções e processos dos objetos espaciais, tendo em vista que as estruturas e formas já são bem contempladas; iii) Captura de toda a plenitude e dinâmica da natureza e dos processos de constante transformação antrópica; e iv) Estabelecimento de relações causais entre fluxos e efeitos locais.

Acrescenta-se ainda o desafio histórico da cartografia, que é o de retratar um mundo não estático e multidimensional em figuras estáticas e bidimensionais (papel e tela dos computadores). Isto se reflete na dificuldade de representar porções do planeta em transição que não podem ser incorporados de forma plena em categorias bem definidas. Por exemplo, os mapas de biomas comumente trazem limites bem definidos, no entanto, a realidade apresenta diversos graus de transição entre um bioma e outro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das geotecnologias nas mais diversas áreas do conhecimento tem agregado um valor inestimável em suas análises, tanto por permitir a percepção de novos fenômenos espaciais quanto por possibilitar a divulgação em formato cartográfico de seus resultados. Pesquisas e projetos diversos na área do desenvolvimento e análise regional dependem de análises espaciais eficazes e consistentes, as quais envolvem questões ambientais, culturais e socioeconômicas. A organização e sistematização destes dados em um SIG, manipulado por meio do geoprocessamento, permite a produção de informações que auxiliem significativamente tais análises, além de tornar o processamento e a disponibilização das informações mais rápidas e dinâmicas.

A informação geográfica e as tecnologias associadas, como, por exemplo, o SIG, têm sido utilizadas cada vez mais nas mais diversas áreas de conhecimento, que vão além da análise regional, como: aplicativos de celular para transporte privado; jogos de entretenimento para celulares que envolvem “achar” coisas numa cidade; veículos autônomos; geomarketing; gestão pública; gestão ambiental; prevenção, monitoramento e gestão de riscos, dentre outros. Em

outras palavras, localizar fenômenos e informações e suas relações com seu entorno tem sido essencial na sociedade atual, fazendo com que seja de extrema importância saber tratar o dado espacial e manipular os equipamentos de maneira adequada.

É uma área do conhecimento em franca expansão e popularização. As ‘cidades inteligentes’ têm sido amplamente debatidas e envolvem infraestruturas urbanas com tecnologia de ponta em que os objetos espalhados pela cidade interagem entre si, fornecendo e trocando dados e informações em tempo real. Sem a rigidez cartográfica, não há como uma cidade inteligente existir, e para que este tipo de cidade seja eficiente, é necessário que os objetos estejam muito bem georreferenciados, compondo um banco de dados geográficos gerenciado por um SIG altamente robusto e dinâmico. Por exemplo, um carro autônomo não saberá reconhecer os obstáculos e sinalização viária sem uma base cartográfica detalhada e em constante atualização do sistema viário da cidade.

Outro campo em franco desenvolvimento na informática é o da inteligência artificial, em que sistemas computacionais passam a tomar decisões e atitudes conforme experiências prévias e percepções do ambiente. Possivelmente, com o desenvolvimento da inteligência artificial poderão ser ultrapassados alguns limites de ordem teórica aqui levantados.

Câmara *et al.* (2001, p.13) especulam que os SIGs do futuro “...contemplarão representações não cartográficas do espaço, com ênfase no estabelecimento de relações entre os diferentes atores sociais que atuam no espaço”. Avanços na direção de técnicas de Representação do Conhecimento e da Inteligência Artificial (SOWA, 2000 *apud* CÂMARA *et al.* 2001) poderão auxiliar a representação em sistemas digitais de conceitos chave como “sistema de objetos e sistemas de ações” e a oposição entre “espaço de fluxos” e “espaço de lugares” (formulados pelo geógrafo Milton Santos).

O desenvolvimento das ciências da computação trouxe novos elementos desafiadores para a ciência geográfica. A localização dos dados é uma informação cada vez mais crucial e tem sido trabalhada dentro da Geografia pela Cartografia, pelo SIG e pelo Geoprocessamento. Cumpre agora à comunidade envolvida incluir outras áreas da Geografia no mundo digital, como visto aqui com exemplos das análises regionais e econômicas. Só assim será possível verificar as potencialidades e fragilidades dos processamentos informatizados bem como modelar o SIG de modo mais apropriado as atuais teorias geográficas.

REFERÊNCIAS

ACSERALD, H. (org.). **Cartografia Social e Dinâmicas territoriais: marcos para o debate**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Planejamento Urbano e Regional, 225 p. (Coleção território, ambiente e conflitos sociais; n. 2), 2010.

ALVES, L. R. Indicadores de localização, especialização e estruturação regional. In: PIACENTI, C. A.; FERRERA DE LIMA, J. (orgs.). **Análise regional: metodologias e indicadores**. Curitiba: Camões, 33 – 61, 2012.

ALVES, E. O.; QUEIROZ, B. F. P.; OLIVEIRA, N. M.; LUZ, R. A. Região de Integração dos Carajás, Pará: uma análise regional. **Acta Geográfica**, v. 12, p. 150-171, 2018.

AMARAL, S. & DAL'ASTA, A. P. O papel das localidades na urbanização estendida da Amazônia contemporânea: tipologia das comunidades do sudoeste do Pará como nós de uma rede urbana local. n. Maringá, v. 36, n. 3, p. 160–181, 2018.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems**. Canada: WDL Publications, 1989.

BARBOSA, G. F.; SANTOS, R. A. T.; OLIVEIRA, N. M.; LUZ, R. A. Polos econômicos do Tocantins: uma proposta de regionalização espacial. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, p. 90-99, 2019.

BRANDMUELLER, T.; SCHÄFER, G.; EKKEHARD, P.; MÜLLER, O.; ANGELOVA-TOSHEVA, V. **Territorial indicators for policy purposes: NUTS regions and beyond**. Regional Statistics, v. 7, n. 1, p. 78–89, 2017. Disponível em:

<<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/terstat/2017/rs070105.pdf>>. Acessado em: 12/03/2020.

BORBA, L. M. & SILVA, J. L. G. Aplicativos do geoprocessamento no desenvolvimento da cidade de São José dos Campos/SP. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 8, n. 3, p. 307–321, 2012.

BULL, G. Ecosystem Modelling with GIS. **Environmental Management**, v. 18, n. 3, p. 345-349, 1994.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, C. B.; CASANOVA, M.; HEMERLY, A.; MAGALHÃES, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. 1996. 193 p. Livro on-line: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>>. Acesso em 12/03/2020.

CÂMARA, G. Representação computacional de dados geográficos. In: CASANOVA, M. A.; CÂMARA, G. DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, J. R. **Bancos de Dados Geográficos**. 2005. Livro on-line: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/index.html>>. Acesso em 12/03/2020. p. 1-44.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Cap. 1, 2004. Livro on-line: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 12/03/2020.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Cap. 2, 2004. Livro on-line: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 23/06/2016.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; MEDEIROS, J. S. Fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Cap. 5, 2004. Livro on-line: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 23/06/2016.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Cap. 3, 2004. Livro on-line: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 23/06/2016.

- CARLOTO, D. R. Território Usado: o elo perdido no federalismo brasileiro. **Ateliê Geográfico**, v. 11, n. 2, p. 76–94, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/atelie/article/view/44572/24602>>. Acessado em: 12/03/2020.
- CARVALHO, G. A. & LEITE, D. V. B. Geoprocessamento na gestão urbana municipal – a experiência dos municípios mineiros Sabará e Nova Lima. **Anais... XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 2009**, p. 3643–3650. 2009
- CARVALHO, W. Q.; RAMOS, M. S.; OLIVEIRA, N. M.; LUZ, R. A. Análise locacional das atividades produtivas na microrregião de Porto Nacional do estado do Tocantins. **Economia & Região**, v. 6, p. 47-63, 2018.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. Inpe (Inpe-8454-Rpq/722), p. 103, 2001. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/sap/artigos/CrepaneEtAl.pdf>>. Acessado em: 12/03/2020.
- DENT, B. D. **Principles of Thematic Map Design**. California: Addison-Wesley Publishing Company, 1985. 398 p.
- DIAS, N. W.; BATISTA, G. T. **Geoprocessamento: uma ferramenta para o desenvolvimento regional sustentável**. Pré-Print de capítulo do Livro: Uma agenda para a sustentabilidade regional: Reflexão e ação - Parte III: Ferramentas. 2008. 27 p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/27458511>. Acesso em 17/02/2020.
- DUARTE, P. A. **Fundamentos da Cartografia**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006. 208 p.
- FARINA, F. C. Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 4, n. 4, p. 1–13, 2006.
- FURLAN, A. A. Geoprocessamento: estudos de Geomarketing e as possibilidades de sua aplicação no planejamento do desenvolvimento socioeconômico. **GEOUSP: espaço e tempo**, 29, p. 97–105, 2011.
- IRMÃO, L. C. & MACIEL, R. C. G. Desenvolvimento Regional E Geoprocessamento: Contribuições Para Zoneamento Econômico E Ambiental De Rio Branco – Ac/Zeas. **Redes**, v. 20, n. 3, p. 383-406, 2015.
- JOLY, F. **A Cartografia**. 6ª Edição. ed. Campinas, SP: Papyrus, 1990. 136 p.
- LIMA, R. C. A. & LIMA, J. P. R. Distribuição do PIB per Capita nas Microrregiões Brasileiras: Uma análise exploratória espacial. **Planejamento e políticas públicas**, v. 47, p. 305–329, 2017.
- MARTINELLI, M. **Mapas da Geografia e da Cartografia Temática**. 6ª edição, 3ª reimpressão. ed. São Paulo: Contexto, 2016. 144 p.
- MENDONÇA, M. V.; PAIXÃO, A. N.; OLIVEIRA, N. M.; LUZ, R. A. Índice de desenvolvimento rural dos municípios do Pará. **Administração Rural - Volume 1**. Belo Horizonte: Poisson, 2018. p. 63–82.

MILAGRES, C. D. F.; OLIVEIRA, N. M.; RODRIGUES, W. Avanços no uso de SIG em história agrária e paisagística: exemplos de pesquisa interdisciplinar: Dinâmica territorial e estrutura produtiva no território médio Araguaia-Tocantins, Brasil. **Anais...** 2nd International Conference Transitions in Agriculture and Rural Societies, 2018, Santiago de Compostela, ES.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. Interciência, 3ª ed., 2014. 286 p.

NOGUEIRA, R. E. **Cartografia: Representação, Comunicação e Visualização de Dados Espaciais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006. 314 p.

OLIVEIRA, N. M., PIFFER, M. Do Sudeste da Amazônia Legal ao Centro Norte: as transformações econômicas espaciais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 19, n. 1, p. 164–178, 2017.

OLIVEIRA, N. M., PIFFER, M. Determinantes do Perfil Locacional das Atividades produtivas no Estado do Tocantins. **Boletim De Geografia**, v.36, n. 01, p. 92-111. 2018. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v36i1.34044>

REZENDE, A. C.; CAMPOLINA, B.; PAIXÃO, A. N. Clusterização e localização da indústria de transformação no Brasil entre 1994 e 2009. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 4, p. 27–50, 2012. Disponível em: <<https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/250>>. Acessado em 12/03/2020.

RODRIGUES, C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; LUZ, R. A.; MANTOVANI, J.; VENEZIANNI, Y. **Plano de manejo da APA Várzea do Rio Tietê: diagnóstico do meio físico, sub-módulo recursos hídricos**. Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH-USP); Fundação Florestal (Governo do Estado de São Paulo), São Paulo. 2012.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. Coleção Milton Santos, São Paulo: Edusp, 2002. 384 p.

SANTOS, H. G.; SILVA, J. A. M.; PORTUGAL, J. L. Análise espacial do índice de desenvolvimento humano municipal na região semiárida brasileira. **Anais...** V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, p. 145–153, 2014.

SARAIVA, A. F. S.; ANDRADE, G. N. S.; OLIVEIRA, N. M.; LUZ, R. A. Alocação espacial e associações geográficas das micro e pequenas empresas nos setores produtivos da microrregião de Imperatriz-MA, Brasil. **Gestão & Regionalidade** (on-line), v. 36, p. 109-127, 2020.

SILVA, A. P.; UMMUS, M. E.; TARDIVO, T. F. Produção e sazonalidade das principais espécies capturadas pela pesca artesanal no rio Araguaia/TO. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 20, 2017. 32 p.

SILVA, A. D. B. **Sistemas de Informações Georreferenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas-SP: Unicamp, 2003. 232 p.

SILVA, C. N. & VERBICARO, C. O mapeamento participativo como metodologia de análise do território. **Scientia Plena**, v. 12, n. 06., p. 1 – 12. 2016.

SILVA, D. A. N.; SILVA, M. L.; LEONARDI, F. A. Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano: proposta preliminar de expansão urbana no Município de Inconfidentes – MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1191–1205, 2015.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e Meio Ambiente**. Bertrand Brasil, 2011. 330 p.

UMMUS, M. E.; SILVA, A. P.; PAZ, L. R. S. Mapeamento participativo das rotas de pesca na margem tocantinense do rio Araguaia. **Anais... XIX Encontro Nacional de Geógrafos**, João Pessoa-PB, 2018. 13 p.

VALERIANO, D. M.; ESCADA, M. I. S.; CÂMARA, G.; KAMPEL, S. A.; MAURANO, L. E. P.; ALMEIDA, C. A.; MONTEIRO, A. M. V. Dimensões do Desmatamento na Amazônia Brasileira. In: MARTINE, G. (org.) **População e Sustentabilidade na era das mudanças ambientais globais**: contribuições para uma agenda brasileira, p. 223-238, 2012.