



CARTO & GRA FIA

geotecnologias

Conceitos e aplicações

Organizadores

Charlei Aparecido da Silva

Emerson Figueiredo Leite



CAR TO & GRA FIA

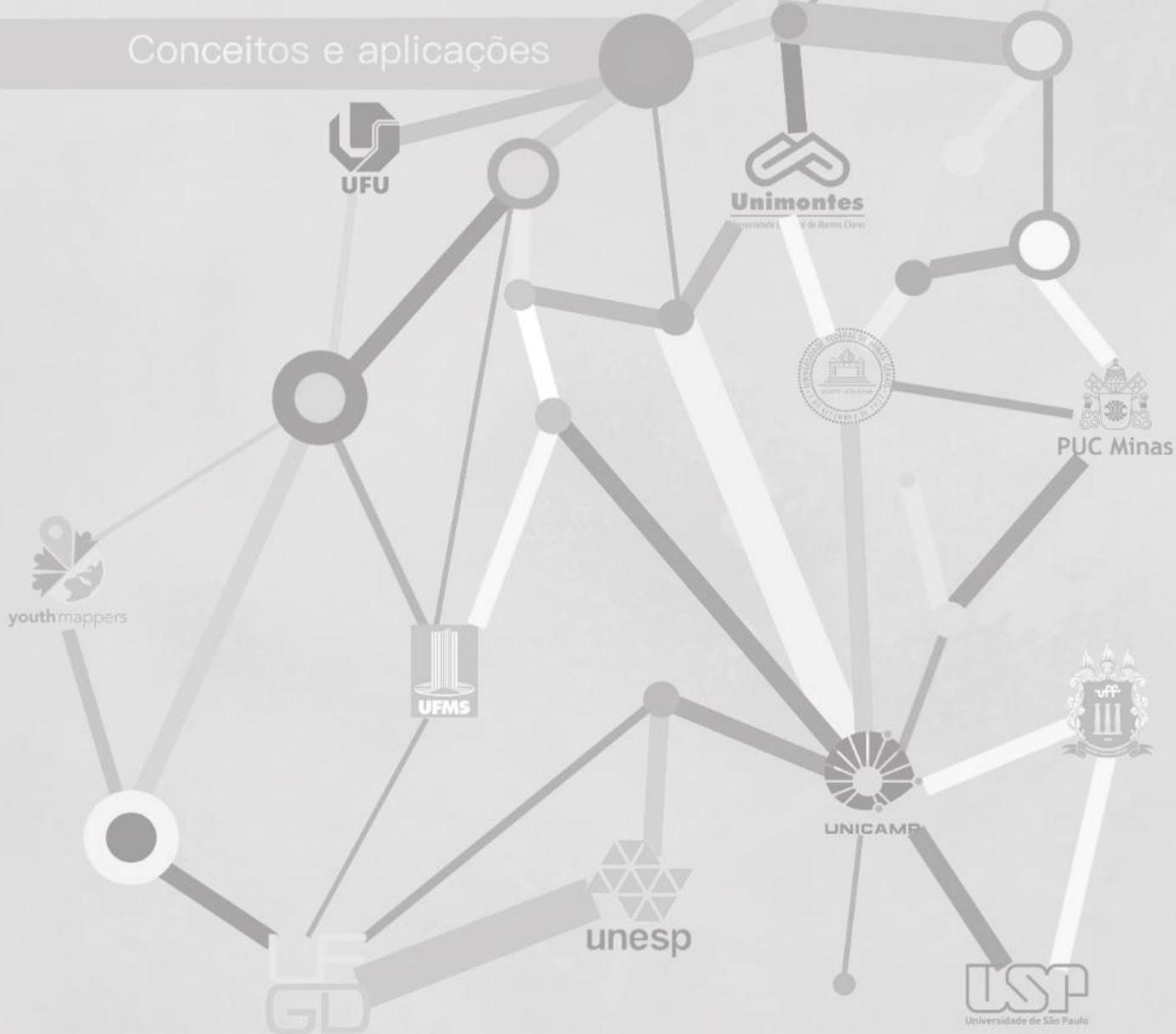
geotecnologias

Organizadores

Charlei Aparecido da Silva

Emerson Figueiredo Leite

Conceitos e aplicações



EDITORA TOTALBOOKS

CONSELHO EDITORIAL MULTIDISCIPLINAR

Dr^a Adriana Dorfman
Dr. Alfa Oumar Diallo
Dr^a Ana Maria Colling
Dr. Antonio Moreno Jiménez
Dr. Bruno de Souza Lima
Dr. Celso Augusto Nunes da Conceição
Dr. Charlei Aparecido da Silva
Dr^a Cintia Santos Diallo
Dr^a. Cristina Vargas Cademartori
Dr. Eduardo Salinas Chavez
Dr. Emerson Galvani
Dr. Edvaldo César Moretti
Dr^a Edvania Gomes de Assis Silva
Dr^a Elisabeth Ritter
Dr. Eliseu José Weber
Dr. Fabio de Oliveira Sanches
Dr^a Gilca Lucena Kortmann
Dr. Gustavo Daniel Buzai
Dr. Henrich Hasenack
Dr. Henri Luiz Fuchs
Dr. Henrique Carlos de Oliveira Castro
Dr^a Irene Santos Garcia
Dr. Javier Garcia López
Dr. Jefferson Cardia Simões
Dr. Jose Luis Gurria Gascón
Dr. Paulo José Moraes Monteiro e Teixeira Germano
Dr. Paulo Roberto Fitz
Dr^a Patrícia Cristina Statella Martins
Dr. Roberto Verdum
Dr. Rodrigo Stumpf Gonzáles
Dr. Rogério Gomes da Silva
Dr^a Valéria Silveira Brisolara
Dr. Vinícius Gadis Ribeiro



EDITORA TOTALBOOKS®

Av. Willy Eugênio Fleck, 1500/337 – CEP 91150-180 – Porto Alegre - RS

www.totalbooks.com.br

Copyright © Charlei Aparecido da Silva; Emerson Figueiredo Leite
Arte da capa: Eduardo de Oliveira Alves - E-mail: geografiaprojetos@gmail.com
Editoração: Equipe TotalBooks
Revisão: Autores/equipe TotalBooks

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Cartografia & geotecnologias [livro eletrônico] : conceitos e aplicações / organização Charlei Aparecido da Silva, Emerson Figueiredo Leite. -- 1. ed. -- Porto Alegre, RS : TotalBooks, 2023.
PDF

ISBN 978-65-88393-41-3

1. Cartografia 2. Espaço geográfico 3. Geoprocessamento 4. Geotecnologia 5. Mapeamento digital 6. Processamento de imagens 7. Sensoriamento remoto - Imagens 8. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) I. Silva, Charlei Aparecido da. II. Leite, Emerson Figueiredo.

23-141772

CDD-621.3678

Índices para catálogo sistemático:

1. Geoprocessamento : Sensoriamento remoto e SIG : Tecnologia 621.3678

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Todos os direitos reservados para os autores.

Não é permitida a reprodução total ou parcial desta obra, por quaisquer meios, sem a prévia autorização por escrito do/a respectivo/a autor/a.

Os autores e as autoras são responsáveis pelos conteúdos apresentados (textos, figuras, quadros etc.) inclusive pela grafia, correção gramatical, sintaxe e pelo uso da norma culta da língua portuguesa, e assumem total responsabilidade pública e jurídica sobre os mesmos.

EDITORA TOTALBOOKS® LTDA.

www.totalbooks.com.br

contato@totalbooks.com.br

Apresentação

A frase inicial:

“[...] Un libro acerca de las imágenes geográficas que no aborde el mapa sería como Hamlet sin el príncipe”¹ (Harley, 2005, p. 79)... a isso completamos, a Geografia sem a Cartografia seria Vidas Secas, de Graciliano Ramos, sem a presença de Baleia.

Partindo deste princípio de que cartografar os lugares, o território, a paisagem e “as coisas” é fundamental para construção de uma visão geográfica, temos a satisfação de apresentar o e-book **“CARTOGRAFIA E GEOTECNOLOGIAS: CONCEITOS E APLICAÇÕES”**, uma obra pensada e elaborada de forma colaborativa. De fato, este e-book é fruto de um esforço coletivo, multidisciplinar e interinstitucional, reunindo um conjunto de textos que oferecem uma visão abrangente, e, ao mesmo tempo, aprofundada, sobre a importância da Cartografia e das geotecnologias para a sociedade contemporânea, expressada nos doze capítulos que o estruturam.

A Cartografia, dedicada à representação do espaço geográfico, desempenha um papel essencial na compreensão e estruturação do mundo ao nosso redor. Aquilo que é conhecido, é cartografado, é representado de forma espacial. Este livro destaca, assim, a relevância da Cartografia para a sociedade, ressaltando seu papel na construção do pensamento geográfico e na análise espacial. Em um tempo no qual a representação espacial-imagética é tão importante quanto a fala e a escrita, nos parece oportuno uma obra que traz consigo a ideia de conceitos de Cartografia e suas diversas aplicações nos âmbitos socioambiental e político-econômico.

Além disso, enfocamos as geotecnologias como conhecimento de vanguarda, uma inovação tecnológica recente na história da humanidade, com impactos significativos na sociedade, seja na sua mobilidade e/ou para responder ao onde – esse relativo ao lugar. Este e-book visa oferecer bases teóricas e metodológicas sólidas,

¹ HARLEY, J. B. **La nueva naturaleza de los mapas**. México. Fondo de Cultura Económica, 2005, 398 p.

proporcionando aos leitores e leitoras ferramentas e instrumentos para o pensar e a aplicação da Cartografia e das geotecnologias em diversos contextos; um pensar com diversas áreas do conhecimento, revelado pelas experiências que subsidiaram a escrita de cada capítulo.

Nos primeiros capítulos convidamos os leitores e leitoras a explorarem temas que desafiam o exercício do pensamento geográfico contemporâneo, desde a epistemologia da Cartografia até o pensamento espacial, condição que consideramos indelével na construção de uma visão geográfica. Aqui ousamos dizer que esses são conhecimentos essenciais para a compreensão da ciência geográfica e sua evolução no contexto atual e mesmo de sua importância para o século XXI.

A obra também apresenta uma série de possibilidades de aplicações da Cartografia e das Geotecnologias, abordando desde a Cartografia de síntese na análise ambiental até os caminhos metodológicos aplicados nos estudos do relevo e na gestão dos territórios. Unimos conhecimentos clássicos consolidados com as mais recentes tecnologias de vanguarda, enriquecendo a prática e o fazer geográfico, pois é assim que pensamos o saber cartográfico para este momento, uma união entre os conceitos que consolidam a Cartografia e o uso de instrumentos e tecnologias que auxiliam a representação espacial.

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão aos autores e as autoras, cujas valiosas contribuições em cada capítulo enriquecem as páginas deste livro, por de forma generosa terem dividido suas experiências profissionais e o conhecimento acumulado. Agradecemos também à editora TotalBooks pelo trabalho criterioso na revisão dos textos e na editoração, estabelecendo um diálogo cordial com os organizadores.

Não podemos deixar de reconhecer o apoio das agências de fomento brasileiras CAPES, CNPq, FUNDECT, FAPESP, FAPEMIG e outras, cujo suporte durante o desenvolvimento das pesquisas resultaram em cada capítulo deste livro. Um agradecimento também se faz necessário ao Programa de Pós-Graduação em Geografia

da Universidade Federal da Grande Dourados que reconheceu a importância do livro desde cedo, e via recurso do PROAP-CAPEs financiou a publicação desta obra.

Encerramos expressando nosso desejo de uma excelente leitura e de que as páginas deste e-book abram novas portas ao conhecimento para todos os leitores e leitoras que se permitiram, por algumas horas, a lerem e conhecerem o universo de conceitos e aplicações que aqui constam. Que cada descoberta amplie os horizontes e inspire novos questionamentos e reflexões. Que os textos aqui apresentados possam ser utilizados na execução de pesquisas, no ensino de graduação e pós-graduação e mesmo em ações de extensão universitária – esse é um desejo que nos moveu desde o início.

A frase final:

“[...] Existe uma profunda diferença entre cartografar caminhos e cartografar processos, entre o momento da perplexidade e do maravilhamento e o planejamento de reordenação territorial, entre a identificação do objeto e a identificação do sujeito.”² (Santos, 2002, p. 155).

Que a ideia do cartografar “as coisas” seja algo constante, uma essência da Geografia e de outras ciências cuja dimensão espacial esteja no seu âmago; que esse desejo nunca se esgote.

Uma excelente leitura!

CHARLEI APARECIDO DA SILVA

EMERSON FIGUEIREDO LEITE

Organizadores
Primavera de 2023.

² Santos, Douglas. A reinvenção do espaço: diálogos em torno da construção do significado de uma categoria. São Paulo. Editora da Unesp, 2002, 215 p.

Prefácio

MAPEANDO O (IN)VISÍVEL: A SINFONIA DA GEOGRAFIA E SUAS TECNOLOGIAS

A Geografia, a ciência que desvela as conexões explícitas e ocultas da Terra, é a bússola que guia nossas mentes pelos intrincados caminhos do espaço. Sob o manto celeste, ela desenha a narrativa das terras e mares, revelando a dança dos elementos e o pulsar da vida que, como uma melodia, ressoa na sinfonia do globo terrestre.

Na tela do conhecimento, a cartografia emerge como a pintura de um artista divino, delineando em meticulosos detalhes a topografia da existência. Cada linha é uma poesia silenciosa que sussurra sobre montanhas majestosas, rios sinuosos e vastidões que desafiam a compreensão humana. Os mapas, como pergaminhos enigmáticos, convidam-nos a explorar os confins do desconhecido, desvendando mistérios que se escondem nas dobras do papel.

Nesse palco de maravilhas, as geotecnologias erguem-se como alquimistas contemporâneos, transformando dados crus em tesouros de conhecimento. Os Sistemas de Informações Geográficas, como feiticeiros modernos, tecem fios invisíveis que conectam informações dispersas, revelando padrões ocultos na tessitura da paisagem. O Sensoriamento Remoto, uma janela para o infinito, captura imagens que são como poesias visuais, narrando histórias de mudanças sutis e impactos profundos.

Os sistemas de localização por satélites, faróis da era digital, conduzem-nos por labirintos urbanos e trilhas selvagens, desvendando as coordenadas do nosso destino. Nas mãos hábeis dos geógrafos, a cartografia ganha vida, dançando ao ritmo dos algoritmos, revelando mundos verdadeiros, onde o conhecido e o desconhecido se entrelaçam como achegos deslumbrados.

Assim, na sinergia entre Geografia, Cartografia e Geotecnologias, desvendamos os mistérios do nosso planeta. Cada mapa é um poema que celebra a diversidade da Terra, e cada tecnologia é uma estrofe que amplifica a voz da natureza. Em meio às

coordenadas e aos contornos, somos convidados a contemplar a grandeza da existência, a explorar as fronteiras do conhecimento e a navegar pelos oceanos do entendimento, guiados pelas estrelas da Geografia.

No palimpsesto da Geografia, onde o papel é o próprio solo e as tintas são as cores das paisagens, encontramos a dança eterna entre os ambientes originários e a sociedade humana. Cidades erguem-se como poesias urbanas, entrelaçando-se com rios que esculpem histórias nas entranhas da terra. Nas serras, descortinam-se epopeias geológicas, e nos sertões, páginas de solos contam segredos ancestrais sussurrados pelo vento.

A Cartografia, fiel cronista, desenha não apenas as linhas físicas, mas também os matizes das culturas que florescem em cada recanto do globo. Os mapas são tapeçarias que narram a riqueza da diversidade, com fronteiras que são apenas ilusões diante da vastidão compartilhada da Terra. E, assim, na magia dos atlas, testemunhamos a interconexão entre os destinos, as encruzilhadas da história entrelaçadas em contornos cartográficos.

Com as geotecnologias como lentes mágicas, somos capazes de vislumbrar além do visível. Imagens capturadas por satélites são poesias visuais, revelando ciclos da natureza e as marcas da intervenção humana. Sistemas de Informações Geográficas, mesas de oráculos modernos, desvendam padrões que escapam ao olhar comum, enquanto o sensoriamento remoto nos presenteia com a epifania das nuances que escapam à vista desarmada.

A coordenada oriunda dos satélites, como um guia celestial, conduz não apenas pelos caminhos de asfalto, mas também pelos trilhos da história e pelas veredas da memória. E na era digital, onde os pixels se tornam inspirações, os mapas ganham uma nova vida, revelando narrativas dinâmicas que ecoam os anseios da sociedade, os pulsos da economia e os ecos do ambiente.

Assim, na encruzilhada da ciência, arte e tecnologia, encontramos no livro, **CARTOGRAFIA & GEOTECNOLOGIAS: CONCEITOS E APLICAÇÕES**, organizado pelos colegas Charlei Aparecido da Silva e Emerson Figueiredo Leite, a essência da Geografia, da Cartografia e das Geotecnologias. É um convite para explorar, compreender e preservar, para desvendar os mistérios que ainda se ocultam nas relações intrincadas da Terra, cuja história é contada pelas mãos habilidosas dos geógrafos, cartógrafos e tecnólogos da geoinformação. Na trama complexa da geografia, encontramos não apenas mapas, mas a própria poesia da Terra.

Neste convite à descoberta, adentremos juntos os domínios assim a Geografia, Cartografia e Geotecnologias, uma jornada que desvela os segredos da Terra por meio de uma poesia científica única. Este trabalho, como uma sinfonia composta com recursos públicos, reflete não apenas a excelência da pesquisa, mas também a dedicação em preservar o patrimônio natural e cultural que nos circunda.

Cada capítulo é uma carta ao entendimento da complexidade do nosso planeta, uma ode à interconexão entre as ciências geográficas e as tecnologias que desvendam seus mistérios. Convidamos todos os apreciadores do conhecimento a se encontrarem nas linhas dessa obra, na qual todos participam em prol do entendimento coletivo, celebrando o valor inestimável de obras científicas que enriquecem nosso entendimento do mundo comum que compartilhamos.

Uma boa leitura!

*PROFESSOR VALDIR ADILSON STEINKE
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)*

Novembro de 2023.

Sumário

APRESENTAÇÃO

<i>Charlei Aparecido da Silva</i>	
<i>Emerson Figueiredo Leite</i>	5

PREFÁCIO: MAPEANDO O (IN)VISÍVEL: A SINFONIA DA GEOGRAFIA E SUAS TECNOLOGIAS

<i>Valdir Adilson Steinke</i>	8
-------------------------------------	---

CAPÍTULO 1:

A GEOGRAFIA E O DESAFIO TEÓRICO-TÉCNICO DO NOSSO TEMPO

<i>Ruy Moreira</i>	14
--------------------------	----

CAPÍTULO 2:

A EPISTEMOLOGIA DA CARTOGRAFIA

<i>Lindon Fonseca Matias</i>	47
------------------------------------	----

CAPÍTULO 3:

HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA E DAS GEOTECNOLOGIAS

<i>José Flávio Morais Castro</i>	69
--	----

CAPÍTULO 4:

A CARTOGRAFIA DE SÍNTESE NA ANÁLISE AMBIENTAL: OS CAMINHOS METODOLÓGICOS, A INTEGRAÇÃO DE DADOS E SUAS APLICAÇÕES PELA GEOGRAFIA FÍSICA BRASILEIRA

<i>Andréa Aparecida Zacharias</i>	109
---	-----

CAPÍTULO 5:

PENSAMENTO ESPACIAL E MAPA INTERATIVO NA EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA

<i>Paula Cristiane Strina Juliasz</i>	152
---	-----

CAPÍTULO 6:

YOUTHMAPPERS: UM MOVIMENTO ESTUDANTIL UNIVERSITÁRIO DE MAPEAMENTO COLABORATIVO E HUMANITÁRIO

<i>Régia Estevam-Alves</i>	176
----------------------------------	-----

CAPÍTULO 7:

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ELABORAÇÃO DE PERFIL GEOECOLÓGICO UTILIZANDO SOFTWARES GRATUITOS

<i>Lidiane Perbelin Rodrigues</i>	
<i>Charlei Aparecido da Silva</i>	205

CAPÍTULO 8:

MODELAGEM PREDITIVA DO USO E COBERTURA DA TERRA: PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES

<i>Vitor Matheus Bacani</i>	225
-----------------------------------	-----

CAPÍTULO 9: A CARTOGRAFIA DO RELEVO COMO SUBSÍDIO PARA A ANÁLISE DE UM SISTEMA CÁRSTICO	
<i>Rafael Brugnolli Medeiros</i>	249
CAPÍTULO 10: A CARTOGRAFIA AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DO TERRITÓRIO: O CASO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE USO SUSTENTÁVEL DO TIMBURI	
<i>João Osvaldo Rodrigues Nunes</i> <i>Melina Fushimi</i> <i>Leonardo da Silva Thomazini</i> <i>Leda Correia Pedro Miyazaki</i>	275
CAPÍTULO 11: APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS PARA A CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO MEIO FÍSICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NIOAQUE-MS	
<i>Emerson Figueiredo Leite</i> <i>Elisângela Martins de Carvalho</i>	294
CAPÍTULO 12: A CARTOGRAFIA E AS GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DO TERRITÓRIO QUILOMBOLA	
<i>Marcos Esdras Leite</i> <i>João Batista de Almeida Costa</i> <i>Matheus Vinicius Ferreira</i>	313
SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS	332
ÍNDICE REMISSIVO	338

Capítulo 01

A GEOGRAFIA E O DESAFIO TEÓRICO-TÉCNICO DO NOSSO TEMPO

“...Há crescentemente no mundo globalizado um conflito de arrumações do espaço, o ordenamento da distribuição da natureza, e o ordenamento da distribuição do homem se desencontrando constantemente em seus modos de repartição e arranjo na superfície terrestre.”

Ruy Moreira

A GEOGRAFIA E O DESAFIO TEÓRICO-TÉCNICO DO NOSSO TEMPO

RUY MOREIRA

A Geografia é a ciência que mergulha na interioridade dos fenômenos para desvendar a natureza íntima da sua estrutura, usando do arranjo do espaço com que essa estrutura se revela à percepção da paisagem, como seu recurso de análise.

Para dar conta dessa relação interno-externa do invisível da estrutura e do visível do arranjo, combina a teoria (o par categoria-conceito e o método) e a técnica (a estatística, o geoprocessamento, e as geotecnologias conducentes à representação cartográfica), que fazem da teoria geográfica uma teoria do arranjo da distribuição dos homens, e da distribuição da natureza em sua correlação recíproca no espaço. Isto significa de antemão se ter por resolvido o problema prático da consonância entre esses elos, historicamente dicotômicos, hoje, grave, sobretudo pela correlação da distribuição homem-natureza mostrar-se cada vez mais distante na superfície terrestre globalizada, e a teoria seguir desde os anos 1970 o percurso analítico da lógica dialética, e a técnica manter-se um exercício de lógica formal. Este texto é uma reflexão sobre caminhos e necessidades das convergências.

DAS CORRELAÇÕES E DOS (DES)ORDENAMENTOS

Há crescentemente no mundo globalizado um conflito de arrumações do espaço, o ordenamento da distribuição da natureza, e o ordenamento da distribuição do homem se desencontrando constantemente em seus modos de repartição e arranjo na superfície terrestre. De um lado, áreas úmidas se ressecam e áreas secas se inundam, rios desaparecem e rios transbordam; a natureza movimenta-se em extremos que se alternam ali onde até então dominava a regularidade e a previsibilidade de comportamentos. De outro, agricultura e cidades mantêm comparativamente fixo o padrão de ordenamento do arranjo de distribuição com que se instalaram desde o nascimento das sociedades modernas. Uma dissonância de padrões de ordenamento em que a natureza acompanha a instabilidade recente da distribuição climática, sem que

a distribuição da espacialidade humana se reordene na consonância e na agilidade da correspondência necessária, quebrando-se o que até agora fora uma relação de copertinência dos arranjos naturais e arranjos sociais do espaço.

Durante milênios a natureza e a sociedade correlacionaram-se nas suas acomodações, a ordenação da distribuição climática, do relevo, das bacias hidrográficas, dos solos, correlacionando-se entre si, ao tempo que a ordenação da distribuição do povoamento, do campo, da cidade, da produção, das relações societárias, das formas de sociabilidade, de civilização, da cultura, correlacionavam-se igualmente entre si, sociedade e a natureza correlacionando-se intra e interativamente num múltiplo-diferenciado de arranjos de coabitação e convívio. Trata-se de uma Relação de correspondência da sociedade pré-moderna que a sociedade moderna mantém e reinventa. Com a industrialização do pós-guerra, todavia, essa consorcialidade vai perdendo sua permanência de estrutura, até desagregar-se por completo na desordenação do arranjo climático dos últimos tempos. A distribuição dos artefatos humanos não mais se encontra com a distribuição dos suportes da natureza, numa desconfiguração de arranjos que não mais obedecem às tecnologias de reprodutibilidade e regulação espacial – pontes, barragens, canalização e retificação de rios – então construída como mecanismos espaciais de administração e controle que não mais funcionam. Pierre George já observara esse desandamento nos anos 1950 e 1960, flagrando seus sinais já na paisagem mutante dos anos 1950 (MOREIRA, 2012a) e se indaga sobre suas origens, falando de um crescente desajuste, um espaço de localização que dá lugar a um espaço de relação (GEORGE, 1968).

George estava se referindo a um arranjo nascido da contradição organizacional da sociedade mercantil moderna, e que então se expande e se generaliza com sua propagação mundial e assim se mantém até cerca dos anos 1950; um arranjo de montagem contraditória, mas até então administrável pelas tecnologias espaciais existentes. Sua origem, sabemos-lo, é a acumulação primitiva, o processo histórico da transição feudal que combina desnaturização, desterração e desterritorialização, resultando na desespacialização generalizada do homem e da natureza que hoje conhecemos, mas que o capitalismo controlava sem maiores problemas (MOREIRA, 2007c).

A acumulação primitiva é o processo estrutural de constituição da sociedade moderna a partir de três ordens de separação: trabalho e meios de trabalho, processo de trabalho e força de trabalho, e trabalho e valorização do valor. São Separações às quais, respectivamente, a desnaturização, a desterração, a desterralização, e, assim, a desespacialização, correspondem. Qual seja, o fenômeno histórico que Marx analisa no capítulo 24, do livro 1, de “O Capital”, com o título de “A assim chamada acumulação primitiva”, que uma leitura apressada confundiu com a transição feudal em si, e que David Harvey, influenciado pelos estudos de “A Acumulação do Capital” de Rosa Luxemburgo, designa acumulação por espoliação, assim rebatizado para reiterar sua incidência histórica tanto passada quanto presente, hoje tanto local quanto global (MOREIRA, 2016b, HARVEY, 2004; LUXEMBURGO, 1983). E que na linha do tempo significa o estabelecimento de um modo de arranjo que se cria e se recria num movimento de locação e realocação, distribuição e redistribuição, arranjo e rearranjo, dos fatos naturais e dos fatos humanos, da relação do homem e do meio, que se move ao sabor das necessidades da produção e da reprodução da estrutura social moderna, e a recente relação global de desmonte e remonte de correlação se oferece como um grande desafio de estudo e entendimento.

É um movimento de história que abarca diferentes fases. A fase da transição marca o primeiro momento. O objeto do arranjo são as culturas agrícolas, que as grandes navegações e descobertas vão por ao dispor da constituição colonial, e os homens desterrados que são mobilizados para o seu implemento. Os cultivares são retirados de seus nichos ecológico-ambientais históricos e transplantados para outros, a eles estranhos, num quadro geral de reordenamento das distribuições que recria, de modo radical, a história socioambiental dos homens, animais, e plantas, tema a que a geografia clássica dedica páginas e páginas. É assim que Vidal La Blache fala da cartografia das matrizes agroalimentares seculares e seus novos arranjos em suas páginas clássicas dos princípios de Geografia Humana. O trigo é transplantado da Europa, as frutas, verduras e legumes do Mediterrâneo Europeu/Oriente Médio/Ásia Ocidental, o arroz da Ásia Oriental, o café, a cana, os tubérculos e raízes da África Tropical, o milho e a batata das Américas, produtos levados de um continente para outro, num processo de desencaixe e reencaixe ambiental pelos espaços do mundo todo. Isso, por sinal, observa Vidal, é já

uma segunda mexida, a primeira ocorrendo nos próprios primórdios das civilizações, quando, criados pela prática de domesticação e aclimatação, no que chama áreas laboratórios, áreas de montanhas e climas áridos e semiáridos do paralelo de 40º Norte da Ásia Central em que a fase inicial da história da humanidade se concentrava, daí sendo retirados e redistribuídos para outras áreas, as áreas anfíbias das grandes civilizações, onde a fase moderna de migrações as vai encontrar (VIDAL LA BLACHE, 1954). São momentos cujos registros residuais estão guardados nos antigos ordenamentos de espaço do arranjo secular, marcados pela relação de justaposição e correspondência da distribuição do homem e da natureza. Vindo de migrações e adaptações ambientais lentas, o realocamento é um movimento igualmente lento de alocações, tempo suficiente para que os cultivares criem novas formas de ecossistema, que, então, aqui e ali, vão surgindo como se fossem sistemas autóctones dos próprios lugares. O caso dos arrozais inundados das planícies asiáticas orientais, dos trigais e cereais da Europa de Noroeste, dos cítricos e verduras e legumes da Europa Mediterrânea, que levam Vidal a, respectivamente, designar o país das florestas/terra das sementeiras, e o país dos frutos/terra das plantações, do milho, e da batata nas montanhas secas dos altiplanos das Américas, dos tubérculos e raízes da África quente e úmida, como se fossem exemplos de regiões naturais. São, ainda que regionalidades novas, formas, no fundo, de práticas antigas de seletividade, a cobertura vegetal originária aí só se modificando para abrir para centrar o todo nas plantas escolhidas para cultivo e utilização humana, a preservação da formação originária sendo, entretanto, mantida, e alterada somente nessa particularidade, permitindo a manutenção e recuperação ambiental do novo todo, num formato de coexistência de arranjo paisagístico que Paul Claval designa um combinado de associações naturais e associações domésticas (CLAVAL, 1974).

Este é o motivo porque Sorre dialetiza a relação homem-meio no que denomina de sucessão dos complexos, o complexo natural que dá lugar ao complexo agrícola, este ao complexo alimentar, e este por sua vez ao complexo técnico, o todo dando nos hábitos e valores comportamentais do complexo cultural em cada grupo humano da superfície da terra, tomada a trajetória da busca da sobrevivência humana como relação motora e propulsiva. Premido por suas necessidades, o homem, diz Sorre, age sobre os elementos naturais do meio, dando ao todo do complexo natural a forma de um novo todo,

rearrumado ao redor e em função das plantas escolhidas para a base da subsistência humana, mercê do regime dietético da sociedade que aí existe. Cada complexo vindo a ser agora um combinado integrativo de diferentes grupos de alimentos, a partir de um núcleo de referência (o arroz, o trigo, a batata, etc.). É, assim, que surge o complexo dos tubérculos e rizomas que combina hidratos de carbono extraídos dos tubérculos e das raízes e açúcares extraídos da banana, regime dietético rico nutritivamente, mas pobre em proteínas (matérias hidrogenadas), quando afetado pela ausência de regularidade da caça e da pesca, nas regiões tropicais da África. O complexo do trigo, sempre associado à cevada, ao centeio e à aveia, do regime dos hidratos de carbono, consorciado à proteína animal, fruto do combinado gado-planta típico do complexo agrícola do sistema de sementeiras, na Europa de Noroeste. O complexo do pão-azeite-vinho do regime rico em legumes e verduras e pobre em proteína animal no anel Irã-Mediterrâneo (SORRE, 1967).

É, olhado de outro ângulo, o modo de entrelace homem-natureza que Brunhes mapeia em sua teoria da destruição-construção do espaço na construção dos habitats, um movimento dialético em que a paisagem é destruída, mas para o fim da construção de outra, enquanto marco de espaço novo. Tem-se a sociedade jogando com a distribuição dos cheios e vazios dos elementos enquanto elo regulativo dos passos constitutivos do todo do ambiente construído. O homem persegue a planta, seu ponto de nutrição, diz, com a qual encontra a água, e, com as duas, os animais, aí fincando suas raízes por meio do erguimento da casa e do caminho. O caminho faz o vínculo das casas, organiza a multiplicação das plantas e criação e incorporação da água, multiplicando as casas e os caminhos na constituição da cidade. A cidade, que pontua a localização e a multiplicação dos campos, complexificando o todo ambiental do espaço construído, organiza os intercâmbios intra e entre os habitats. Por fim, engendra, pelas trocas, a multiplicação da indústria. O complexo espacial assim formado engendrando as sociedades, com suas civilizações e culturas (BRUNHES, 1962).

Está a história dos arranjos assim então geograficamente constituída, quando, no acúmulo do progresso das interações e das trocas, da sujeição do todo à lógica a um tempo aberta e fechada da economia de mercado, sobrevém o salto de passagem das sociedades “pré” para as sociedades de tipo capitalista, a sociedade orientada na e pela

acumulação primitiva, com sua quebra de correspondência do arranjo natural-humano até então existente. O marco de passagem é justamente a forma e escala de migrações que levam as relações ambientais à etapa moderna de realocação de animais e plantas, lógica que não só engendra como generaliza o estado de desencaixe do homem e da natureza hoje existente em todos os cantos e continentes do planeta.

Em toda a história humana, é a prática de encaixe-desencaixe, seja do homem e seja da natureza, a lei geográfica do arranjo. Tudo vem de e tudo volta a uma dada forma de prática de ordenamento de espaço, que aloja-desaloja-realoja plantas, animais, objetos, relações, o homem, formando na dialética de encaixe-desencaixe o modo de ordenamento de arranjo pelo qual a sociedade se estrutura e se organiza, a forma do ordenamento exprimindo e materializando espacialmente o seu modo de produção. A lógica dos encaixes-desencaixes é, pois, justamente o ato de estabelecimento da relação concomitante ou inconcomitante de correspondência dos arranjos da distribuição dos elementos naturais e dos elementos humanos, alinhados nas sociedades do pré-capitalismo e desalinhados nas sociedades do capitalismo. Fruto das separações estruturais da acumulação primitiva.

Nas sociedades do pré-capitalismo, à exceção do escravismo, uma sociedade centrada nas relações de mercado, tal qual o capitalismo, sociedade e natureza formam uma unidade. Nas sociedades capitalistas, um estado de divórcio, resultado da tripla separação trabalho-meios de trabalho, processo-força de trabalho e trabalho-dinheiro da acumulação primitiva. As sociedades pré-capitalistas, por mediatizar-se no valor de uso. As sociedades capitalistas, no valor de troca. A presença histórica da acumulação primitiva marcando justamente a diferença. Presença que as sociedades modernas seguem em espaço-tempos diferentes, segundo a fonte e fase da transição capitalista, e que hoje se generaliza para o tempo e o espaço da humanidade como um todo. Mas cujos aspectos podem já ser vistos bem antes na história moderna, a quebra da relação homem-natureza transcorrendo no plano subjetivo já ainda no tempo da decomposição do comunitarismo antigo, o plano objetivo vindo a se implementar na fase de implantação capitalista, a fase da transição feudal, quando a fratura homem-natureza se integraliza com a quebra terra-território-espaço (desterreação, desterritorialização, desespacialização) da acumulação primitiva (MOREIRA, 2007c e 2016b).

A quebra subjetiva é um efeito da transição da sociedade comunitária para a sociedade escravocrata, no Ocidente, e para a sociedade do asiaticismo, no Oriente, que a transição ao feudalismo vai consolidar como forma de vida do Ocidente e Oriente Próximo a partir da Europa. Aí está nascendo o espaço-tempo do cristianismo. Com ele, corpo e espírito se separam, numa quebra da feição subjetiva de relação homem-natureza que cultural e materialmente até então existia. O veículo é a separação música e dança; a música tornada um enlevo espiritual do de dentro, e a dança, um enlace corporal do de fora (ANDRADE, 1977). Trata-se da desnaturização corpo-espírito que vai ser o ponto originário da desnaturização mais ampla com a transição capitalista, que vai herdar e radicalizar a separação ao atingir o próprio corpo, objetivando, mercê a desterração, o fenômeno das enclosures, a separação corpo-terra com que se inicia toda a série de separações objetivas e subjetivas da acumulação primitiva.

A desterração, conhecida na história constitutiva da sociedade moderna como o processo das enclosures, os cercamentos ingleses que expulsam o campesinato servo das terras onde vivia e produzia a renda fundiária que sustentava o seu senhor, é a separação que expropria o campesinato servo de seu vínculo fundiário, quebrando o elo em que pela relação com a terra este integralizava sua vida com o todo natural do meio, terra tendo o significado ecológico do todo, que, só daí, doravante, ganha a conotação moderna de solo agrícola. O contato com a terra era a fonte do contato subjetivo e objetivo com o todo do solo, rios, águas, animais, matas, aspectos qualitativos do meio ordenados num só mundo, o mundo unitário de prática espacial e ambiental no qual o homem se via, vendo a natureza, e via a natureza, se vendo, numa reciprocidade coabitante de pertencimento cósmico com o todo e tudo. Com a desterração se quebra esse arranjo de relação de integralidade, já a partir do divórcio que expropria o homem da natureza e a natureza do homem, desnaturiza o homem e desumaniza a natureza. É o processo que transforma, de um lance, terra e força de trabalho em capital. Que, de um lado, separa e transforma a terra de bem imóvel em bem móvel, em mercadoria, objeto de compra e venda, e, portanto, em capital fixo e, assim também, por tabela, quebra a natureza em tantos valores de troca quanto são seus valores de uso, solo agrícola, água dos rios, árvores das matas, rochas dos subsolos, cada qual igualmente separado e transformado em objeto de compra e venda, mercadoria, e então capital

circulante. De outro lado, separa trabalho e meios de trabalho, que transforma, agora, a força de trabalho em mercadoria, em capital variável, e converte a produção de produção de subsistência em produção de mercadoria, a reprodução do homem em reprodução do dinheiro.

A desterritorialização é o passo-efeito seguinte. Separado da terra e obrigado a oferecer sua força de trabalho como mercadoria, o camponês é convertido em proletário, deixa seu lugar histórico de vida fixa em perambulação sem ponto definido pelo mundo, indo buscar, desterritorializado, ali onde possa instalar-se, e trocar trabalho por meios de subsistência. É o arranjo de errância que fez os homens se deslocarem em migrações junto à transplantação dos cultivares, num movimento de encaixe de distribuição do homem e da natureza, que reordena a organização do espaço em todas as escalas.

A desespacialização é o efeito final. Desterreado e desterritorializado, e, assim, deslugarizado e deambulado em várias frentes, o homem perde seus laços espaço-ambientais, se desenraíza, perde as raízes espaciais que a tudo e a todos espacializa, e faz da desespacialização o grau mais alto da acumulação primitiva, a base de implantação da forma geográfica de organização e assentamento da nova forma de sociedade que então surge (MOREIRA, 2007c).

Desnaturizados, desterreados, desterritorializados, e, assim, por fim, desespacializados, homem e natureza são entregues ao jogo dos encaixes-desencaixes do arranjo espacial que conhecemos, tomada a transplantação e a transcontinentalização dos cultivares como ponto histórico de partida: o trigo migra da Europa para a América, o milho da América para a Europa, a cana, depois o café, da África para a América, levando do século XVI ao Século XVIII levas de homens a migrar consigo. Desconectados dos seus nichos, e então fixados e tornados centros de referência em contextualidades ambientais com as quais não guardam qualquer relação de origem, homem e natureza são assim embaralhados num jogo de cartas que vem a ser o modo de arranjo espacial da forma de sociedade que conhecemos. A sociedade de um modo de encaixe de sentido completamente contrário e adverso daquele da territorialidade coabitante e conexa de Brunhes, e Sorre, porque de um habitat de arranjos copertencentes. É a sociedade da desnaturização, desterreação e

desterritorialização, então desespacialização, que estruturalmente separa, estratifica e hierarquiza, no tempo que desenraíza e desambientaliza do lugar, trabalho, gênero, etnias, enquanto formas de sociabilidade moderna.

Nos primeiros momentos – do século XVI ao século XVIII – busca-se um arremedo da arrumação pretérita. Os cultivares são plantados nas áreas climáticas correspondentes dos seus meios. As criações animais mantêm suas correlações, igualmente. O trigo, os cereais, os cítricos, a vinha, seguem sendo culturas das regiões temperadas da Europa das sementeiras, e da Europa das plantações, em particular a vinha, obediente às linhas-limite das fronteiras de chuva-temperatura do continente. E a cana, o algodão, o café, culturas das regiões quentes e úmidas, e semiúmidas das colônias tropicais. O desenho do arranjo urbano, puxando consigo as manchas de cultivos e criações, segue se servindo, na Europa, do arranjo fluvial dos rios – o Douro, o Ebro, o Tâmis, o Loire, o Escalda, o Reno, o Elba, o Oder, o Vístula, o Danúbio, o Dnieper, o Don, o Volga – para o arranjo do povoamento, o eixo das trocas, a consorciação casa-caminho, a implantação da cidade, a localização da indústria, a distribuição dos campos de criação e cultivos, aí se instalando num enquadramento de ordenamento o arranjo espacial recíproco da sociedade e da natureza do passado recente, no geral reforçado e expandido. Trata-se de um desenho que a colonização reitera e afirma como paradigma nas colônias, lançando pelo litoral e pelo leito dos rios a sobreposição da rede de pontos e linhas da natureza e da ocupação e povoamento das cidades e monoculturas (DERRUAU, 1973).

São arranjos cuja sobreposição harmônica mal esconde, todavia, a contradição dos quadros de arranjo do povoamento e da natureza, forjados nos parâmetros de uma economia de trocas. Por conta do que, aos poucos, plantios e criações abandonam o díptico de associações naturais e associações domésticas de Claval, para dar lugar a cultivos cada vez territorialmente mais especializados, quanto mais o mercado se expande e a produção aumenta sua exigência de nível de produtividade. A distribuição das fontes e fluxos de energia que iluminam e movem as cidades e a economia é já o sinal indicativo do descompasso ainda oculto das distribuições, Brunhes denunciando a devastação florestal e o desmanche das encostas das montanhas dos maciços e cordilheiras do centro e do sul da Europa, já antecipando os desajustes e desastres de

hoje. No avanço do descompasso, também aos poucos, campo e a cidade crescem e distribuem-se indistintamente à distribuição dos entornos naturais, encantados pelo avanço das técnicas de remodelamento dos sítios, do alargamento das situações, do espraiamento dos transportes, e do consumo de bens vindos de ambientes de toda origem. A forma de arranjo da geografia que aos poucos aí vai surgindo, lançando a suspeita aos olhos dos geógrafos – condenam-na Reclus, Vidal, Brunhes, Sorre, Tricart, George, olhando seus indícios na França –, trazem consigo o escancaro do desencontro, quando ela já não é mais uma suspeita, mas uma evidência. George, por isso mesmo, denomina os geógrafos como “os poetas de nosso tempo”, ao vê-los cultores ainda das paisagens da permanência, já observando criticamente os arranjos desarmônicos dos espaços, particularmente das colônias, então legitimados como lógicas em si intrínsecas, produtos “naturais” de um tipo local e até certo ponto justificado – são colônias! – de organização de geografia. Mas, mais enérgicos que George, denunciam-na Reclus e Brunhes.

Pudera! São arranjos de uma relação sociedade-espaço ditada pela contradição valor de uso e valor de troca. Que a acumulação primitiva estabelece como paradigma do padrão de base da distribuição da relação sociedade-natureza no espaço. Arranjos em que as localizações não são atos de seletividade, como no espaço das sociedades antigas, mas escolhas de taxas de retorno, mais altas, quanto mais altas são as possibilidades de retorno do arranjo (MOREIRA, 2007e). Este deixa de ser um desenho de um habitat no estilo “destruir criando, criar destruindo”, da harmonia de Brunhes, tomado o passado – lugar não por acaso para o qual não raro se volta a atenção dos clássicos como modo copatrocinado de erguimento geográfico do arranjo humano – como referência. Se o rio, lugar do encontro da planta, da água, e, por tabela, do animal, como parceiros do erguimento do espaço construído das sociedades é o eixo do arranjo distributivo, seu valor de uso passa a ser agora o de parâmetro de arranjo distributivo dos retornos, a cidade, por extensão o campo, a indústria, a circulação, as trocas, em suma, as interações do espaço, sendo agora veículos de reprodução ampliada, garantias de retorno de uma taxa de acumulação elevada.

O DESMONTE GLOBAL E O PROBLEMA DO ENFRENTAMENTO

Os chamados “30 anos gloriosos”, o período do pós-guerra de 1945-1975, do nascimento do que nos anos 1970 vai se conhecer como a sociedade de consumo, são o ponto de virada. Na verdade, trata-se de um período de forte ritmo de crescimento que, por sua vez, culmina em forte taxa de sobreacumulação. Trata-se de uma fase de mais um ciclo de fases de expansão e crise, de que o período de guerra no fundo fora o antecedente. O período pré-guerra é um arco de tempo de crescimento acelerado, que, como agora, leva, ao fim, a um acúmulo de meios financeiros sem possibilidade de retorno, um volume de excedente sem aplicação possível em novos investimentos, cujo efeito é uma queda contínua da taxa de lucro. A guerra, com seus gastos e destruições, vem para resolver esse problema. O período de pós-guerra que se segue, os “30 anos gloriosos”, vai significar, assim, uma resposta de investimentos em grandes obras de remodelamentos, gastos sociais e inversão econômica, níveis elevados de consumo, que rapidamente consomem o excesso de excedente antes sem aplicação. Terminada esta fase expansiva, vem, em seguida, nova fase recessiva de sobreacumulação, a fase pós “30 gloriosos” do “pós-anos 1970” que hoje vivemos (HARVEY, 2004).

A indústria é o motor de arranque dessa relação de crise e superação, cujo efeito imediato é a rápida mundialização do pós-guerra e da transformação global de arranjo de espaço que essa mundialização acarreta. Movendo-se entre casas e caminhos, campo e cidade, centros fabris, redes de comunicação e transporte, que multiplicam a densidade e a escala de arranjos dos habitats brunhianos que ainda existiam nos anos 1930-1940, a expansão mundial da indústria dilata e rearruma, desde então, a escala das interações espaciais, alargando e integrando as diferentes áreas do mundo, numa esfera de abrangência sucessivamente crescente. Formando um par siamês, a indústria e as trocas mercantis, agindo juntas, de início regionalizam e, em seguida, nacionalizam os circuitos espaciais dos países, logo, entretanto, articulando Estado-Nação e relações internacionais num só movimento integrado de trabalho e de trocas.

É esta, por sinal, uma tradição da indústria que agora ganha um ímpeto de efeito espacial inaudito. À diferença da agricultura e das relações de comércio, a indústria implica um arranjo de espaço em rede de integração crescente. Absorvendo matérias-primas e dispendendo manufaturas, num entrelace de vários cantos, cada unidade de

indústria tece uma rede própria de montante e jusante, o entrecruzamento do conjunto das redes, ordenando e integrando toda a vastidão de espaço por elas afetado, num complexo de complexos no estilo de Sorre, impactando a relação homem-natureza numa grandeza de escala cada vez mais ampla, processo que George apreende no movimento de transformações que alcança todos os espaços a partir dos anos 1950-1970.

Até esse período, o mundo é regionalizado ainda em países industriais, desenvolvidos, e países agrários, subdesenvolvidos. Distintos, mas consorciados numa combinação desigual, os países socialistas destoando desse quadro como uma ovelha negra da família. A indústria é um fenômeno de inscrição regional no mundo – o nordeste americano, o noroeste europeu, o centro-sul do Japão, o sudeste brasileiro, as várias áreas de planejamento soviético – mas já a caminho da redivisão territorial internacional do trabalho das cadeias produtivas interdependentes (LACOSTE, 1969; GEORGE, 1961, 1968, 1969, 1976; BENKO, 1996; PORCHMANN, 2022).

Até então, passado e presente por isso quase se confundem com a indústria sendo a abelha que tece a organicidade das fases estruturais da história no tempo e no espaço. É ela que, em moldes artesanais, forja as técnicas que fazem a passagem dos complexos naturais aos complexos agrícolas, dos complexos agrícolas aos complexos alimentares, dos complexos alimentares aos complexos industriais, e dos complexos industriais aos complexos urbanos, todos complexos de uma sociedade, por isso mesmo, arrumada no complexo coabitacional dos complexos de Sorre, e dos modos de habitat de Brunhes, com seus todos espaciais de casas, caminhos, cidades, campos de criação e cultivo, circuitos de integração enquanto modos de existência. Sua forma de agir é simples e universal. É ela que está na mediação inicial da relação homem-natureza e na forma final de relação sociedade-natureza das sociedades na história. O modo de ser-viver da sociedade construída pela ubiquidade artefactual dos seus meios técnicos (SILVA, 1978; FRIEDMANN, 1968; SANTOS, 1996).

Mas é a indústria que vem com a acumulação primitiva e os atos de separação que vêm com esta que vai mudar e reordenar os quadros da história. Primeiro é o ato que separa produção e consumo, então um corolário da separação homem-terra. Depois, separa agricultura e indústria, fundamento de um protoespaço. Por fim, separa cidade e campo, o substrato já em si do arranjo espacial capitalista. Tudo num elo

arranjo-produto de claro intento desterritorializante. O resultado é a transformação do artesanato na manufatura; a indústria já calcada na separação processo-força de trabalho, e elemento-chave por cujo meio a acumulação primitiva, prepara e subsidia a evolução para a forma própria de indústria capitalista. É uma forma de indústria, a manufatura, que permanece ainda ubíqua pelo habitat rural, a que o artesanato pertence, modificado apenas no seu modo de operar, mas já indicando num começo a fase de concentração e relação reticular com que a indústria moderna, ainda a caminho, vai espacialmente se inscrever. Tudo isso é parte de um arranjo de espaço em que agricultura e indústria, campo e cidade relacionam-se ainda localmente, aí interligadas por uma vinculação homem e natureza de relação ainda também integrada. Por dentro da manufatura move-se já, todavia, visivelmente, a grande base da transição capitalista, a relação de mercado que provém da separação, produção e consumo. Camponeses-artesãos retiram da relação local a matéria-prima, seja da natureza, seja da lavoura-criação, pondo a produção cada vez mais no mercado à venda, para atender à exigência do pagamento da renda em dinheiro exigida pelo senhorio, forma de renda que sinaliza o começo do fim da sujeição feudal – estamos no período inicial da transição – e leva a produção a destinar-se cada vez mais ao consumo no mercado.

O ato final é o surgimento da fábrica, a forma de indústria do capitalismo já historicamente implantado, para o fim da qual todo esse rearranjo se volta, se desdobra e se destina, consolidada numa divisão territorial do trabalho, e das trocas de escala e abrangência territorial cada vez mais ampla. E cada vez mais internacional. O tipo de indústria que os “30 anos gloriosos” vão ter na sua base.

Até o século XVIII vive-se a era da primeira revolução industrial, o grande salto técnico (daí, mais uma revolução técnica, que uma revolução industrial) da passagem da manufatura para a fábrica, do arranjo seminal de uma para o arranjo final da outra. A manufatura, ao nascer, é ainda apoiada no uso das ferramentas do artesanato, de onde vem, de propriedade e manejo do artesão, tornado um trabalhador que sai de sua faina agrícola para assalariar-se na indústria manufatureira, na qual o industrial reúne toda a diversidade de conhecimentos dos artesãos, numa relação de divisão técnica de trabalho (no caso da indústria têxtil, a forma clássica da manufatura: o cardador, o fiador, o tecelão, o padronizador), residindo justamente nesse duplo de trabalho assalariado e

divisão técnica do trabalho, a base do seu arranjo. É uma indústria de localização ainda rural, mas que já aponta para o princípio de concentração na cidade, cuja entrada a concorrência das corporações de ofício bloqueia permanentemente. Mas seu espaço logo territorialmente se separa do espaço da agricultura, por seu vínculo estritamente de mercado. E o seu destino é a cidade. É o arranjo de um espaço ainda local de espaço vivido, pouca escala de abrangência, que Yves Lacoste designa à espacialidade diferencial local, para contrastar com a espacialidade diferencial alargada, que vai ser a característica espacial da fábrica sua herdeira (LACOSTE, 1988).

A revolução industrial cria a fábrica, seus meios de circulação e transportes, seu modo reticular de arranjo, seu âmbito relacional de grande alcance. E que a virada dos séculos XIX e XX vai inovar, com a segunda revolução industrial, criando a fábrica que se articula à escala de alta concentração técnica por cujo apoio não vai parar de crescer. E sobrepassar a escala da natureza, do homem, do espaço local. E assim copiar o arranjo de reencaixes da migração de cultivares com que embaralha o arranjo espacial do mundo moderno, a nova fábrica emparelhando a relação dos vários lugares, ordenando uma nova ordem de arranjo numa ótica e lógica dos seus interesses de encaixe. Seu *modus operandi* é a divisão territorial alargada de trabalho e das trocas, que a leva ao cume da organização mundial das sociedades. O que na manufatura era local, nela vira internacional. O que na manufatura era um arcabouço interno de engenharia e a primeira fábrica externaliza como forma de espaço para o entorno da cidade e está para a generalidade de recorte dos campos, nela vira uma engenharia de espacialidade mundial. Seu grande veículo é a esfera revolucionada das comunicações e dos transportes. As formas modernas de energia. A esfera de tecnologias de grandes infraestruturas de espaço. Por conta das quais nada fica fora do arranjo. Nada fica fora do mercado. Nada fica fora do seu mundo. Toda a timidez dos arranjos da fábrica primeira, pouco transformadora de relação e pouco erradicadora dos modos de arranjo herdados, é ilimitadamente ultrapassada nesta fábrica segunda (MOREIRA, 2016c).

A era dos anos pós-1970 vai conhecer o auge dessa lógica de arranjo territorial disfarçada na face generalizada e ingênua da sociedade do consumo. Mas é o sistema de fábrica da terceira revolução industrial, a revolução da informática, logo desdobrada na revolução industrial da técnica 4.0, eufemismo criado para dizer um sistema industrial

industrializante, mas sem domínio físico da indústria, o sistema de fábrica oculta, o modo de arranjo de hoje. O arranjo da chamada sociedade dos serviços. Arranjo de espaço da divisão territorial do trabalho e das trocas na qual a fábrica é um sujeito presente, mas o sujeito de fato é o rentismo (MOREIRA, 2016a; PORCHMANN, 2022). Sua característica é a distribuição dispersa e fluida da relação financeirizada pelo mundo, a relação subterrânea do arranjo da fábrica que na aparência quase não a contém. Ao menos na presença onipresente e gritante com que até então aparecia. É a indústria das cadeias produtivas. A indústria das cadeias que tornam a paisagem do mundo uma espécie de esteira de produção contínua. Tal qual na fase fundante do arranjo dos cultivos era o movimento de desterritorialização-desterritorialização, a acumulação do capital se ordenando num arranjo de desencaixe global.

No suporte dessa industrialização financeirizada está, justamente, a padronização que ordena os espaços sob um mesmo paradigma de uniformidade de produção, acumulação e generalização consumista, estruturando e desestruturando, ao mesmo tempo, a serviço do rentismo e do consumo, a tênue justaposição do arranjo da natureza e do arranjo do povoamento do capitalismo de outrora, um outrora que mal ultrapassa os anos 1970. E a dissonância espaço-ambiental manifesta na discrepância dos extremos climáticos que hoje vemos. Com ela vem o conflito da uniformidade da técnica com a diversidade da natureza que provoca a quebra do padrão temporal e de ciclicidade das temperaturas e das chuvas dos diferentes tipos de lugares e climas, com suas consequências sobre o cotidiano urbano da cidade e atividades produtivas de criação e cultivos do campo. A ela combinada, a urbanização acelerada do mundo – metade da população mundial vive hoje nas cidades e metade dessa metade em grandes concentrações metropolitanas – traz consigo a uniformidade do sistema alimentar, quebrando os regimes e sociabilidades alimentares herdados do passado, forjando o descarte e a redução do elenco de plantas e animais utilizados na agricultura e na pecuária como espécies úteis à reprodução humana, desequilibrando a territorialidade ecossistêmica vinda da transplantação dos cultivos no período inicial da colonização. E também a mundialização do desequilíbrio da falha metabólica entre a cidade e o campo, vindo da divisão territorial capitalista do trabalho e das trocas do passado longínquo, com sua repercussão de desajuste da cadeia biótico-abiótica de reprodução da natureza,

umentando o desgaste erosivo e o custo de recuperação dos solos, a eliminação de espécies, a devastação da cobertura vegetal, o assoreamento e inundação dos rios, a alteração do padrão climático, o acúmulo do lixo nas cidades, a discordância territorial do arranjo da natureza e da ocupação humana, a subversão da ordenação histórica dos arranjos em todos os cantos (FOSTER, 2005; MOREIRA, 2019; SAITO, 2021).

A DISCORDÂNCIA DOS ARRANJOS E O PROBLEMA DO DESAFIO DA UNIDADE TEORIA-TÉCNICA

A Geografia é a ciência que investiga a interioridade mais íntima do mundo partindo da análise do arranjo de espaço com que esta interioridade se expressa e se organiza à luz dos nossos olhos. O que faz da teoria da Geografia uma teoria do arranjo. E da teoria do arranjo uma teoria do encaixe-desencaixe da localização espacial dos fenômenos. Do passado ao presente, tem sido este o diapasão do discurso. Que a teoria e o método recentes retêm como o discurso do duplo arranjo-estrutura que combina lógica formal (arranjo) e lógica dialética (estrutura) analiticamente (MOREIRA, 2007a). O combinado do visível (o arranjo) e do invisível (a estrutura) do discurso do método de George que se explicam reciprocamente (GEORGE, 1978). A novidade vinda do combinado das duas lógicas, que até há pouco se viam como reciprocamente excludentes (LEFEBVRE, 1991). E na Geografia precisam se combinar, necessariamente. Juntando teoria (lógica dialética) e técnica (lógica formal), combinando descrição (arranjo) e análise (estrutura), numa época em que natureza e povoamento dissociam seguidamente seus padrões de arranjo por conta das grandes alterações do padrão do arranjo climático. É o grande desafio.

A Geografia é, pois, a ciência do arranjo que organiza e ordena a sociedade espacialmente. E que para explicá-la mobiliza soluções teóricas (os conceitos e categorias) e soluções técnicas (as geotecnologias que tornam-se modos de cartografia) numa unidade de engendramento. Durante anos foi seu intento casar arranjo e representação como fâcies de uma mesma práxis, propósito que moveu seus fundadores e clássicos, os geradores do pensar de onde viemos e do que somos. Meios de leitura e meios de detecção que se sucederam no intercurso de tempo, tecendo modelamentos de fases e modalidades de práticas que fixaram a Geografia de cada momento. Meios teóricos e meios técnicos sem cuja existência os propósitos de conhecimento seriam

vazios intencionais e objetos de uso e consumo de luxo. A teoria (categorias, conceitos e princípios lógicos) e a técnica (sistemas de imagens, programas de geoprocessamento e geotecnologias materializados em produtos de cartografia) são a condição sem a qual do fazer geográfico. A função da teoria de explicar e da técnica de representar, que nesta quadra de globalização-reglobalização de rearranjo dos arranjos histórico-recentes da natureza e do homem se põem como uma exigência de esclarecimento necessário.

Arranjo e estrutura são, todavia, o fundamento da leitura. O arranjo do espaço é o fio do novelo. Observar, descrever, resenhar, cartografar seu plano mutante, seu movimento de desenho-redesenho, seu entrelace de processo-forma, sua ligação de passado-presente. O passado que muda trazendo a momentaneidade do presente, o presente que muda contemporaneizando a continuidade-descontinuidade do passado, é o ponto do mergulho no íntimo do real. E a estrutura, o fio da direção que conduz. Demarcar, visualizar, evidenciar cada relação de modo e então ligar, conectar, articular uma e outra, e uma com outra, e assim instituir o quadro de interações que as tornam um só feixe de conectividade. Pontos de amarra em que a descrição vira explicação, o arranjo empírico (o aparente sensível que é a paisagem) em concreto-pensado (a estrutura essência-conteúdo que nele e por meio dele se revela). Processo só possível indo do arranjo à estrutura e desta voltando ao arranjo para então explicitá-lo como estrutura concretada. É quando dizemos que nasce o discurso. O olhar elucidante da relação que diz o que é o todo, e o todo o que é a relação. Que em Geografia só a abstração do invisível (o suprassensível da estrutura) especifica o visível (o senso-perceptivo do arranjo).

A finalidade da Geografia é, pois, a dialética da explicitação recíproca do feixe sensorial das coisas, o arranjo (Edward Soja diria da espacialidade), e do feixe suprassensorial da interioridade, a estrutura, e vice-versa, olhando a relação forma-conteúdo e aparência-essência como expressões do visível (função lógico-formal das geotecnologias) e do invisível (função lógico-dialética do conceito) em sua interação de costura de explicações recíprocas. A forma que explica o conteúdo e o conteúdo que explica a forma. A aparência que explica a essência e a essência que explica a aparência. Dialeticamente.

A pergunta é o que é espaço? E então o arranjo. Como o arranjo vem do e vai ao todo da realidade. Por que meio atua na relação da progressão de cientificidade. E se é possível uma semiologia de geotecnologia e uma semiologia de teoria que, ao fim, prático-operacionalmente se distingam e prático-analiticamente se confundam.

O espaço é antes de tudo a forma de existência do real e a forma de explicação do real. Uma propriedade da empiria e uma propriedade do entendimento. Sendo mais explícito. Kant falava do espaço como o nicho que permite distinguir na superfície terrestre a diferença do crocodilo e do jacaré, discordando do olhar exclusivamente lógico do sistema de identidade e diferença da natureza de Lineus. E o entende como a forma de sensibilidade pura que permite ver o mundo como um todo no ordenamento das organizações. Ordenamento/organização da sociedade. Ordenamento/organização da natureza. Estrutura e arranjo se encontrando na localização. O tempo localizado na sucessão. O espaço localizado na extensão (MOREIRA, 2007b). Lefebvre dele fala como um produto-produtor que dá ao mundo o seu sentido de história. Tempo e espaço, historicidade e geograficidade ôntico e ontologicamente encontrados (LEFEBVRE, 2013).

Mas o espaço é isso porque é o que releva à mundicidade o seu viés de efetividade do construído. O espaço que produz a sociedade e a sociedade que produz o espaço, na reciprocidade dos modos de produção, diz Lefebvre. O habitat de Brunhes que permeia o ser-estar do homem no mundo. Lido Brunhes de um modo crítico. Um estado de ser que movimenta três graus de processualidade: a relação homem-natureza, a relação homem-meio e a relação sociedade-natureza. E um estado de estar que potencializa a condição de ontologia da relação homem-natureza. O homem que está no mundo como natureza e a natureza que está no mundo como homem. Homem e natureza coabitando reciprocamente. Até que a acumulação primitiva tudo inverta com a desterração que expropria o homem da natureza e expropria a natureza do homem, pondo-os numa relação de recíproca externalidade. A desterração-desterritorialização que a tudo desespacializa. E de que precisamente o espaço extrai sua qualificação de categoria que produz, organiza, regula, controla, administra, ordena, reproduz a sociedade por meio do ordenamento do arranjo (MOREIRA, 2007c, 2007d e 2007e).

O arranjo é a grelha da distribuição das localizações do espaço. Quando se diz que o espaço organiza a sociedade (ou a natureza) está se falando da ação do arranjo. Daí, costumeiramente confundir-se espaço e território (MOREIRA, 2016d). Fruto da localização, é no quadro do arranjo que reversivamente a localização se precisa, cada localização se definindo no que é por comparação ao que é cada outra, a grelha do arranjo se definindo como um todo posicional. Daí os conceitos de sítio e situação que o acompanham.

O arranjo é composto visualmente pelos objetos (objetos espaciais) que expressam materialmente, ao nível da percepção da paisagem, as relações invisíveis que formam o articulado de estrutura do real. Cada qualidade de relação se materializa num objeto espacial, por meio do qual a relação se materializa no espaço. E ganha visibilidade e presença empírica. Cada objeto expressa, por suas diferenças de qualidade, a diferença de qualidade da relação, cujo conjunto forma os níveis composicionais do todo da estrutura: a estrutura econômica, a estrutura religiosa, a estrutura cultural, a estrutura jurídica, a estrutura política, a estrutura ambiental, a estrutura ideológica, e assim sucessivamente. É assim que a fábrica é a presença física no espaço das relações econômicas. A igreja, a presença física das relações religiosas. O museu, a presença física das relações culturais. A delegacia de política e o tribunal de justiça, a presença física das relações jurídicas. A escola, a presença física das relações educacionais. O parlamento, a presença física das relações políticas. A academia de ciências, a presença física das relações de representação da natureza. A igreja, a escola, a academia de letras, a presença física das relações ideológicas. Fala-se, assim, de arranjos econômicos, arranjos jurídico-políticos, e arranjos ideológico-culturais, para resumir o entrelace de subníveis (Althusser diria instâncias) que costura a infra e a superestrutura organizativa da sociedade, infra (estrutura econômica) e superestrutura (estrutura ideológico-cultural) articuladas pela mediação da estrutura político-institucional (estrutura jurídico-política) do Estado, segundo a natureza têmporo-espacial das sociedades na história (MOREIRA, 2007d).

É assim que pelo objeto do espaço chega-se ao real. E às distinções de temporalidade na história. Uma fábrica, por exemplo, nunca será encontrada na estrutura do arranjo econômico da sociedade feudal. De sua paisagem geográfica. O que

significa sua presença no arranjo indicar a presença estrutural do modo produção capitalista na organização da sociedade. Dedutível mesmo para quem não conheça o lugar em que esteja. A fábrica indica a natureza do conteúdo da relação sociedade-espço, anunciando a natureza das relações de produção e repartição econômica, das relações socioculturais, das classes e contradições de classes. Dando os dados da investigação geográfica. Do mesmo modo, a proximidade e proliferação de farmácias no arruamento de uma cidade indicam o estado de saúde da população urbana. Assim como os tipos de remédio mais vendidos o perfil de doença aí dominante. Uma mata secundária e uma diversidade de voçorocas na paisagem indicam o estado de degradação ambiental, e o estado avançado de dilapidação do patrimônio ecológico de um país. Uma usina hidrelétrica, uma indústria siderúrgica integrada, uma refinaria de petróleo, uma usina de energia nuclear, uma sucessão de pontes sobre os rios, uma estrada rodoviária, uma rede de ferrovias de longo curso, um aeroporto, indicam o modelo e o nível de desenvolvimento da economia de uma nação. São objetos espaciais que indicam as relações cujo conhecimento se obtém pela observação e anotação para o observador, mesmo o pouco arguto, que perscruta o entendimento do que vê. São variáveis de significação da explicação analítica da natureza e da estrutura da sociedade, diria Hartshorne (HARTSHORNE, 1978).

Se o tipo de qualidade do objeto do arranjo leva ao conhecimento das relações da estrutura, a lógica da localização dá a medida da relação societária e de sociabilidade aí existente. Um arranjo de localizações, arrumadas ao redor de um centro, indica uma sociedade assentada na hierarquia de mando entre os homens e lugares. É o caso das sociedades nas quais o espaço arruma-se num formato panóptico de arranjo, no qual, de uma localização pode se ver e controlar todas as outras, como no arranjo de uma sala de aula, onde o professor é o centro da autoridade, na rede hierárquica das cidades, enquanto cabeças-de-ponte das relações políticas entre territórios, na qual uma cidade é o centro na relação hegemônica com as outras, nos símbolos dos prédios de representações religiosas, familiares ou políticas, nos quais ideologiza-se a proeminência de um ente (o patriarca, o pai, o presidente). São marcas distintivas na paisagem de uma relação de desiguais aí existente. O contrário é o que se vê em uma sociedade na qual a arrumação das habitações ao redor de uma praça de reuniões coletivas indica um olhar

igualitário de alteridade, a projeção dos olhares indicando uma relação entre iguais, como nas sociedades comunitárias antigas e atuais. Ou em um auditório ou plateia de teatro organizados com os assentos em grande círculo que possibilita a igual fluência da fala e de ideias entre todos. São tipos de arranjo cuja ordem de arrumação relacional pré-indica o significado. De hierarquia ou alteridade. A natureza social das relações se estampando no próprio desenho da paisagem. O desenho que indica no modo de ordenamento a ordem (econômica, política ou social) de relação societária e de sociabilidade que se quer costurar. A paisagem dizendo que quem dita o modo de arranjo dita o modo de relação entre os homens. Pessoal-privada ou coletiva (MOREIRA, 2007e e 2012b).

É o arranjo que as técnicas de geotecnologia captam e materializam no mapa. E a teoria clarifica dizendo do arranjo o que ele é. Arranjo de planos nos quais a visualização cartográfica fornece as primeiras suspeitas e dá à teoria o privilégio de em seguida esclarecer a natureza da estrutura. Arte de ler o real (a sociedade ou a natureza, mas, sobretudo, a relação sociedade-natureza) que é um apanágio da Geografia. Com a propriedade de combinar técnicas de geotecnologia e os predicados de conceito. As primeiras, até agora um exercício de lógica formal. Os segundos, um exercício já de lógica dialética. Um combinado sem o qual a Geografia não vai ao longe.

A tarefa da Geografia é, pois, explicar o arranjo. O arranjo que é ao mesmo tempo categoria do real e categoria da leitura. Tal como o espaço. O arranjo – outro modo de dizer a paisagem – que, afinal, é o modo empírico de ser do espaço. Como então explicar o arranjo a partir do próprio arranjo? Explicando-o como a expressão visível da estrutura invisível. Percorrendo o caminho de ir do arranjo à estrutura e de retorno voltar da estrutura ao arranjo. O arranjo que, ao fim, aparece como o concreto-pensado. Arranjo revelado como a própria estrutura, na sua forma empírico-concreta de existência. É onde lógica formal e lógica dialética se combinam. Ou deveriam se combinar. Combinadas ao redor do eixo correspondente de arranjo (o atributo da lógica formal) e estrutura (o atributo da lógica dialética). E é precisamente dessa formação que o espaço extrai sua qualificação de categoria que produz, organiza, administra, regula, controla e reproduz estruturalmente a sociedade. Quem dita o modo de ordenamento do arranjo, dita o modo de estar-e-ser da sociedade (MOREIRA, 2007c e 2012b).

A lógica formal é o ponto do começo, já que o ponto do começo é a descrição do arranjo. Entende-se por lógica a reflexão crítica sobre o movimento do raciocínio. Uma reflexão que distingue a forma e o conteúdo do raciocínio. Dedicando-se à forma, e não ao conteúdo. A lógica formal é este processo enquanto um raciocínio reflexivo sobre as significações da forma. O formalismo tanto lógico quanto ôntico, sem o qual o próprio real não existiria. Um modo de entendimento que tem na Geografia seu modo próprio de entender. O arranjo, aí, é o campo de incidência do formalismo. E a estrutura, o campo deste dialetizado. A representação cartográfica seria o modo como o formalismo se apresenta/se realiza na dialetização da leitura.

Forma de lógica, a lógica formal é o princípio cuja propriedade no processo cognitivo é o de decalcar a propriedade sensória de apreensão perceptiva dos objetos do arranjo espacial como fatos singulares e isolados entre si, incapaz de mergulhar na intimidade da interioridade das relações. É a propriedade de ver os entes pelo princípio da identidade e da não-identidade ($A \text{ é } A \text{ e não } B, A \text{ não é não } A$), incapaz de ir além da fronteira do fato singular e isolado, limitada ao horizonte do imediato. Quando muito, pode ela chegar um além do sensível, junto ao recurso da comparação (silogismo). E, assim, que por ela se vai ao emprego do método da descrição. Princípio das geotecnologias.

A representação cartográfica (para a Geografia, propósito e objeto das geotecnologias) é o modo de apreensão formal do arranjo e o propiciamento por meio dele de apreensão do real que a teorização reinvidica. O registro do arranjo é o mapa, o instrumento que visibiliza e amplifica o alcance perceptivo das formas de organização do espaço – é nele que as geotecnologias se materializam e por meio dele agem; dá o tom do “geo” e distingue a Geografia de outras ciências do espaço. É o mapa o retrato e o portador da linguagem com que o raciocínio dialético transpassa o raciocínio formalista da lógica formal e acede à interioridade do mundo, para flagrá-lo em sua conformação mais íntima de estruturalidade objetual do arranjo, assim se entendendo o sentido de significado das definições históricas da Geografia de ciência da paisagem, ciência da relação homem-meio, ciência da organização do espaço (reduzida agora ao território).

Tal qual o arranjo, o mapa é o espelho em linguagem simbólica das coisas em sua localização e distribuição na superfície terrestre, registro da apreensão senso-perceptiva da realidade empírica do entorno por onde o conhecimento geográfico se inicia. Todo conhecimento para ser científico tem que ter seu começo na experiência sensível. Em Geografia, na leitura do traçado do arranjo, através da observação da paisagem e do uso do mapa correspondente. Ambos exercícios de linguagem e raciocínio de lógica formal.

Essa precisamente é a razão da proeminência histórica da descrição e narrativa da paisagem na pesquisa. E do fato essencial e necessário da presença do mapa. A observação traz o arranjo para o alcance da percepção e o mapa para a visibilidade de todo dos elementos. Desse combinado vem o traslado da escala, que permite a arguição e a detecção atenta da repetição, a ideação do padrão de arranjo que a imaginação orientada na abstratividade do pensamento transforma nas primeiras formulações de hipóteses de relações de estrutura, preparando para o salto de qualidade da descrição à perspectiva da explicação, do vislumbre lógico-formal à reflexão lógico-dialética. O mapa é o grande instrumento de registro dessa objetividade de passagem, a lente de aumento do olhar atencioso que prescruta, do pensamento que concita a indagação dos padrões, do descortino que forja o poder explicativo da descrição desde o começo. É daí que, por sinal, originariamente vem o mapa, suas atualizações e reafirmações, muitas vezes nascido de um simples croqui. Daí que observação e mapa se acompanham igualmente da estatística, o manancial de números que reforça o papel e o perfil das geotecnologias, apoiada, entre outros meios, na precisão da grelha de localizações do arranjo do SIG (RAFFO, 2011; TEIXEIRA, MORETTI, CRISTOFOLETTI, 1992). Trilogia que, ao fim e ao cabo, tudo leva à gradação das convenções, à extensividade das escalas, à linguagem, aos âmbitos de ordens de grandeza que casam o enlhecimento do imediato e do mediato, e, então, da lógica dialética e da lógica formal na objetificação do conceito.

Observação e mapa são, por isso mesmo, juntos, o campo do salto entre si do aporte teórico e do aporte técnico em que a lógica formal prepara para a entrada da lógica dialética no movimento do conhecimento, a lógica formal levando à lógica dialética e a lógica dialética de volta à lógica formal, tudo lembrando o olhar caleidoscópico em seu arrolho de desenho externo da aparência e tecitura interna da

estrutura. A observação, a lógica formal ainda em sua expressão mais pura, assim gerando a descrição e afirmando o mapa, e a lógica dialética, prenhe da lógica formal, engendrando a teorização. E assim, ao mergulho recíproco de forma e conteúdo, aparência e essência, descrição e explicação, que revela na imediatez do arranjo a própria mediatez organizacional da estrutura. O diálogo lógico-formal da descrição e lógico-dialético da explicação que se media na observação e nas geotecnologias (o mapa, entre elas) de onde vai se chegar à ação elucidativa da teoria. Trânsitos de passagens recíprocas, da lógica formal e da lógica dialética, da descrição e da explicação, da teoria e da técnica, entre si. Movimento que começa e termina, repita-se, na elucidação do arranjo. Objeto real, repita-se igualmente, da explicitação geográfica. E repete o método do caminhar de mão dupla, do arranjo para a estrutura e de volta da estrutura para o arranjo, o método que dialetiza a forma (arranjo) enquanto modo de existência do conteúdo (a estrutura), de leitura do visível do arranjo enquanto modo de existência do invisível da estrutura.

Falta, contudo, o mote do salto de qualidade: o fundo semiológico comum. A técnica (a observação, o mapa, o dado estatístico) e a teoria (as categorias, os conceitos, os predicados do discurso) não dialogam na reciprocidade de ida-e-vinda do arranjo e da estrutura, da forma e do conteúdo, da aparência e da essência, se não há a reciprocidade da linguagem. A ponte sem a qual a dialética do duplo não transita. Porque do sincronismo dos signos. O sincronismo de fala-imagem em que técnica e teoria reciprocamente se revertam no mesmo campo semiológico. Problema histórico de incompletude na Geografia, hoje explícito numa geotecnologia que fala a língua da lógica formal e numa teoria que fala a língua da lógica dialética. Sem que ambas se ponham no âmbito semiológico que as convertam no mesmo diapasão de linguagem.

Problema que se pode equacionar por dois modos possíveis de caminho. O de um ajuste de qualidade da geotecnologia, se o campo semiológico é a linguagem e o raciocínio lógico-dialético da teoria sob o qual esta se constrói desde os anos 1970, assimilando e vencendo a margem morfo-semiologizada do puro formalismo da representação geotecnológica. Ou de um ajuste da teoria, se o campo semiológico é a linguagem e o raciocínio lógico-formal da geotecnologia, assimilando e vencendo a natureza essencialista do significando e do significante da teoria. Escolha (ou combinado

de escolhas) possível, olhada a questão da predicalidade da fala pelo múltiplo de modalidades com que a lógica se reorganizou nos últimos tempos (GIANNOTTI, 2020). Dois paradigmas que deverão ter, todavia, no arranjo e na estrutura, seu par recíproco de entrosamento. E ter nas respostas correspondentes de descrição e de explicação seu elo recíproco de aprofundamento. Optou-se, viu-se, ao longo do texto, pela opção do primeiro caminho, passível de pensar o antagonismo e a disparidade do arranjo de espaço com que a humanidade geograficamente se organiza desde a passagem ao capitalismo, fruto de uma sociedade introjetada nos parâmetros conflitados e contraditórios da acumulação primitiva.

SINCRONIZAR A GEOGRAFIA E O TEMPO

A dialética chega à Geografia justamente nos anos 1950-1960 – anos de transição da fase expansiva dos “30 gloriosos” e da fase crítica de sobreacumulação dos anos subsequentes (é o período dos movimentos de maio de 1968) – através a polêmica George-Tricart ao redor da Geografia Ativa, do primeiro, e da Geografia Aplicada, do segundo. São geógrafos que visualizam o começo do conflito dos arranjos sociedade-natureza que explodem com o começo da globalização a partir do mirante privilegiado da França e da Geografia francesa, Pierre George pelo viés do espaço e Jean Tricart pelo viés do meio ambiente, ambos mobilizados pelo problema das contradições nos arranjos, problema que George teoriza pelo conceito da situação e Tricart pelo conceito do meio estável-instável, ambos introjetando ao tempo que tangenciando o problema do desencontro de lógicas da teoria e da técnica nos discursos e investigações da Geografia. Geógrafos ambos de visão integrada, e ambos discípulos de Brunhes, a contradição é igualmente o tema da situação, de George, e o tema do meio ambiente, de Tricart, conceitos impregnados ambos de viés teórico e técnico.

Jean Brunhes é talvez o primeiro geógrafo a observar o caráter contraditório dos arranjos. Há, diz ele, uma contradição seminal nos arranjos geográficos da superfície terrestre por conta da dinâmica de ordem e desordem do movimento geral da natureza, as forças da gravidade ordenando e as forças do sol desordenando as arrumações, que a própria dinâmica do movimento vai pondo num estado de equilíbrio relativo. É dentro dessa contradição de nível macroescalar que os homens agem mobilizando a contradição regional entre o ato de construir destruindo e o ato de destruir construindo

os habitats para ordenar seu modo de arranjo e de vida em cada pedaço de espaço do planeta. A que eles mesmos acrescentam a contradição local de cheios e vazios, mediante a qual casas, caminhos, cidades, indústrias, meios de comunicação e transporte distribuem e redistribuem suas concentrações a todo tempo (BRUNHES, 1962).

Tricart parte desse quadro para acrescentar as contradições que se movem dentro da própria natureza, mapeando um elenco de duas contradições-chave envolvendo o movimento dos arranjos dos fenômenos naturais em sua dialética de desarranjo-arranjo do espaço em suas diferentes ordens de grandeza, escalas distintas para os distintos tipos de meios por sua própria natureza intrínseca. No plano planetário atua a contradição entre as forças internas e as forças externas do modelado do relevo, as forças internas (forças geotérmicas e gravitacionais) fraturando e enrugando e, com isso, desnivelando, e as forças externas (forças das trocas de energia climática) desbastando e rebaixando e, com isso, nivelando a topografia do planeta. São atos de um moto perpétuo que fazem a paisagem física da superfície terrestre reciclar-se continuamente; o ato final dos agentes externos remobilizando pelo jogo do equilíbrio isostático a ação recriadora dos agentes internos, e o ato final dos agentes internos remobilizando pelo mesmo jogo de reequilibração isostática a ação recriadora dos agentes externos, numa espécie de retomada por Tricart da contradição da ordem e desordem orgânica do planeta de Brunhes. A segunda contradição vem na esteira da primeira, resultante da natureza da configuração das massas rochosas que mobiliza, o material do intemperismo. Produto do embate interno-externo das forças do planeta sobre a superfície terrestre, o material do intemperismo, seja o físico (desagregação das rochas) e seja o químico (decomposição das rochas), tende a tensionar-se entre a ação removedora das forças do desgaste erosivo e a ação fixadora do espessamento acumulativo das forças do empate, pondo em conflito, de um lado, a morfogênese (processo de formação do relevo) e, de outro, a pedogênese (processo de formação do solo), que a ação protetora da cobertura vegetal (bioestasia) tende a pôr em equilíbrio, prevalecendo nesse embate ora a pedogênese e ora a morfogênese, cujo resultado vem a ser vital para o movimento de todo o conjunto do meio, numa reedição da contradição

redistributiva dos cheios e vazios de Brunhes, inclusive por sua escala local, embora aqui restrita à distribuição-redistribuição das massas rochosas (TRICART, 1969, 1977 e 1978).

De Brunhes parte também George. É de George a noção de que as sociedades diferem na história por sua relação de espaço e técnica, havendo as sociedades de espaço organizado e as sociedades sem espaço organizado, numa periodização espacial da história em dois estados e momentos diferentes de espaço-tempo. George está aqui coincidindo com a teoria da relação meio-técnica do sociólogo Georges Friedmann, para quem há as sociedades com e as sociedades sem técnica, num correlato de sociedade com e sociedade sem espaço de George. Há, diz Friedmann, as sociedades do meio pré-técnico e as sociedades do meio técnico, que George replica com a noção de sociedade sem espaço organizado e sociedade com espaço organizado, à primeira designando de sociedade da natureza sofrida e à segunda de sociedade tecnicamente evoluída, que, por sua vez, se diferencia em sociedade de espaço organizado com dominante agrícola e sociedade de espaço organizado com dominante industrial. George introduz três modalidades distintas de sociedade, por seu modo de relação e arrumação de arranjo, segundo o efeito paisagístico e estrutural da presença-ausência da técnica. Paradigma de periodização que o georgiano Milton Santos vai referendar, distinguindo, igualmente, três modalidades de sociedade no tempo, segundo a singularidade do meio técnico, que designa sociedades de meio corpóreo ou pré-técnico, sociedades de meio técnico-científico, tomadas de empréstimo as modalidades não ou menos tecnificadas de Friedmann (respectivamente, sociedade de meio pré-técnico e sociedade de meio técnico) e de George (sociedade de natureza sofrida e sociedade de espaço organizado com dominante agrícola), a que acrescenta a sociedade do meio técnico-científico informacional, numa equivalência à sociedade de espaço organizado com dominante industrial (FRIEDMANN, 1968; GEORGE, 1968; SANTOS, 1996). Há, provavelmente, uma forte extração da influência também da noção de sociedade sem história, sociedade sem Estado, sociedade sem técnica, de Pierre Clastres (CLASTRES, 2003), seja em Friedmann e seja em George, o que significaria igualmente em Milton Santos. Para George, é o arranjo espacial, pois, o dado de referência, sua estrutura e formas de contradição, que George sintetiza no conceito de situação:

[...] a resultante, num dado momento – que é, por definição, o momento presente, em geografia – de um conjunto de ações que se contrariam, se moderam ou se reforçam e sofrem os efeitos de acelerações, de freios ou de inibição por parte dos elementos duráveis do meio e das sequelas das situações anteriores. (GEORGE, 1968, p. 20-21).

Contradição de fundo de base da organização espacial da sociedade, a relação homem-natureza, expressa como uma oposição freios-aceleradores, que, diz George, ao mediar a produção do espaço, a técnica transfere para o plano do movimento constitutivo (George é antes de tudo um geógrafo da técnica) e se interioriza na estruturalidade do arranjo (GEORGE, 1968, 1973).

São teorias que o desajuste correlativo dos arranjos homem-natureza na superfície terrestre globalizada – o arranjo cada vez mais errático da distribuição da natureza em contraste ao arranjo comparativamente mais fixo da distribuição do povoamento humano – traz à baila, face o desafio de explicá-lo e expô-lo, quanto mais catastrófico e desajustado se torna. A chegada da dialética na Geografia é, por sinal, o efeito já em si da eclosão da crise do paradigma de arranjo, introduzido na organização geográfica do mundo moderno pelo processo da acumulação primitiva, gênese não percebida e não teorizada, entretanto, seja por um e seja por outro, num hiato que Massimo Quaini vai preencher com o seu conceito de estrutura ecológico-territorial, uma estrutura contaditada pelo conflito da expropriação território-fundiária que a acumulação primitiva internaliza na constituição da sociedade capitalista (QUAINI, 2013). Trazendo com isso consigo toda a plêiade de problemas de correlação teoria-técnica que leva Geografia e geógrafos a historicamente se moverem em busca de resposta (FERREIRA, 2014; MOREIRA, 2007a). E que mesmo George e Tricart, este de formação mais técnica, aquele de formação mais teórica, mesmo postos à frente histórica da dialetização, não respondem. Problema que hoje ganha a tradução de um dilema de fundo lógico, lógico-formal/lógico-dialético, semiológico, para ser mais preciso, talvez explicando o surgimento das várias tentativas da semiologia gráfica, embora sendo um problema, penso, mais lógico, que técnico (JOLY, 1990).

Trata-se de uma tarefa que significaria a transposição semiológica seja da teorização, a Geografia Ativa, de George, seja da ação prática, a Geografia Aplicada, de Tricart, em busca do que seja fazer uma práxis semiológica da contradição. Não é uma

solução, diga-se de passagem, sem muito percalço. Envolto na série de indagações e perguntas que sua formação vem trazendo. É possível representar a contradição, o abstrato-síntese, o não sensível, fato não empírico, mas concreto, praticado, vivido cartograficamente? O que tem sido de hábito a cartografia? A representação dos fatos singulares, isolados e separados no mapa, mesmo quando aparentemente superados nas escalas de generalização (OLIVEIRA, 1990). No caso da representação da contradição, o que temos tido? Os aspectos-lados opostos – o sim e o não, o positivo e o negativo, o dominante e o dominado –, postados lado a lado, em distintas convenções, coabitantes e separados, no mapa. A contradição, ela mesma, mantida ainda oculta à visualidade do olhar dos olhos. Um ato de lógica formal. Uma cor ou um símbolo gráfico para cada qual: um símbolo ou cor para o sim, outro para o não; um para o positivo, outro para o negativo; um para o dominante, outro para o dominado. Como vemos na cartografia social.

Mas o que seria um símbolo de representação da contradição enquanto um abstrato-síntese, ela mesma, e de que natureza de semiologia? Que tipo seria esse, o dessa semiologia? Como seria dar visibilidade simbólica ao abstrato-sintético? E que tipo de signo de símbolo teria essa força e propriedade de transmissão de transparência? Como tirar o oculto do mapa? E trazê-lo ao alcance da visibilidade direta dos olhos? Que tipo de cartografia real-geográfica, não formal-cartográfica, seria essa? É possível uma cartografia lógico-dialética? Se o imediato é representável, também pode ser o mediato? Dito de outro modo: é a contradição (assim como a totalidade) representável? Com que natureza de convenção? Como representá-la? Com que símbolo representá-la? Com que forma de linguagem? Com que forma de semiologia? Com que forma de lógica? Afinal, é possível pôr a contradição (a contradição em si, ela mesma, não seus aspectos de lados opostos) no mapa?

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, Mário. **Pequena história da música**. São Paulo: Martins Fontes, 1977.
- BENKO, Georges. **Economia, espaço e globalização na aurora do século XXI**. São Paulo: Editora Hucitec, 1996.
- BRUNHES, Jean. **Geografia humana**. Edição abreviada. Rio de Janeiro: Fundação de Cultura, 1962.

- BLACK, Jeremy. **Mapas e história**. Construindo imagens do passado. Bauru: EDUSC, 2005.
- CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Cartografia de paisagens**. Fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- CLAVAL, Paul. **Evolución de la geografía humana**. Barcelona: Oiko-Tao, 1974.
- CLASTRES, Pierre. **A sociedade contra o Estado**. Campinas: Editora Cosac & Naify, 2003.
- DERRUAU, Max. **Geografia humana**. Vol. I e II. Editorial Presença/Livraria Martins Fontes, 1973.
- FERREIRA, Marcos Cesar. **Iniciação à análise geoespacial**. Teorias, técnicas e exemplos para geoprocessamento. São Paulo: Editora UNESP, 2014.
- FOSTER, John Belamy. **A ecologia de Marx materialismo e natureza**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 2005.
- FRIEDMANN, Georges. **7 ensaios sobre o homem e a técnica**. São Paulo: Difel, 1968.
- FOUCAULT, Michel. **As palavras e as coisas: a arqueologia das ciências humanas**. São Paulo: Martins Fontes, 1985.
- GEORGE, Pierre. **Geografia econômica**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.
- GEORGE, Pierre. **A ação do homem**. São Paulo: Difel, 1968.
- GEORGE, Pierre. **Geografia industrial do mundo**. São Paulo: 1969.
- GEORGE, Pierre. Problemas, doutrina e método. *In*: GEORGE, Pierre (org). **A geografia ativa**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 3. ed., 1973.
- GEORGE, Pierre. **Panorama do mundo atual**. São Paulo: Difel, 1976.
- GEORGE, Pierre. **Os métodos da geografia**. São Paulo: Difel, 1978.
- GIANNOTTI, J. A. Heidegger. Wittgenstein. **Confrontos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.
- HARVEY, David. **O novo imperialismo**. São Paulo: Edições Loyola, 2004.
- HARLEY, J. B. **La nueva naturaleza de los mapas, Ensayos sobre la historia de la cartografía**. México: Fondo de Cultura Económica, 2001.
- HARTSHORNE, Richard. **Propósitos e natureza da geografia**. São Paulo: Editora Hucitec, 1978.
- JOLY, Fernando. **A cartografia**. São Paulo: Papirus Editora, 1990.
- LACOSTE, Yves. **Geografia do subdesenvolvimento**. São Paulo: Difel, 1969.
- LACOSTE, Yves. **A Geografia – Isso serve para fazer a guerra**. São Paulo: Editora Papirus, 1988.
- LEFEBVRE, Henri. **Lógica formal lógica dialética**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1991.
- LACOSTE, Yves. **La producción del espacio**. Madrid: Capitán Swing, 2013.
- LUXEMBURGO, Rosa. **A acumulação do capital**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1983.

MARCHETTI, Delmar A. B. e GARCIA, Gilberto J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo: Livraria Nobel, 1986.

MOREIRA, Ruy. **Para onde vai o pensamento geográfico?** São Paulo: Editora Contexto, 2006.

MOREIRA, Ruy. As formas da geografia e do trabalho do geógrafo no tempo. *In*: MOREIRA, Ruy. **Pensar e ser em geografia**. Ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico. São Paulo: Editora Contexto, 2007a

MOREIRA, Ruy. Conceitos, categorias e princípios lógicos para o método e o ensino de geografia. *In*: MOREIRA, Ruy. **Pensar e ser em geografia**. Ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico. São Paulo: Editora Contexto, 2007b.

MOREIRA, Ruy. O mal-estar espacial no fim do século XX. *In*: MOREIRA, Ruy. **Pensar e ser em geografia**. Ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico. São Paulo: Editora Contexto, 2007c.

MOREIRA, Ruy. A geografia serve para desvendar máscaras sociais. *In*: MOREIRA, Ruy. **Pensar e ser em geografia**. Ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico. São Paulo: Editora Contexto, 2007d.

MOREIRA, Ruy. As categorias espaciais da construção geográfica das sociedades. *In*: MOREIRA, Ruy. **Pensar e ser em geografia**. Ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico. São Paulo: Editora Contexto, 2007e.

MOREIRA, Ruy. **O pensamento geográfico brasileiro**. As matrizes clássicas originárias. Volume 1 (2008). As matrizes da renovação. Volume 2 (2009). As matrizes brasileiras. Volume 3 (2010). São Paulo: Editora Contexto, 2008/2009/2010.

MOREIRA, Ruy. Da região à rede e ao lugar: a nova realidade e o novo olhar geográfico sobre o real. *In*: MOREIRA, Ruy. **Geografia e práxis**. A presença do espaço na teoria e na prática geográficas. São Paulo: Editora Contexto, 2012a.

MOREIRA, Ruy. O espaço e o contraespaço: tensões e conflitos da ordem espacial burguesa. *In*: MOREIRA, Ruy. **Geografia e práxis**. A presença do espaço na teoria e na prática geográficas. São Paulo: Editora Contexto, 2012b.

MOREIRA, Ruy. O trabalho, o gênero e a metropolização no reino do rentismo. *In*: MOREIRA, Ruy. **A geografia do espaço-mundo**. Conflitos e superação no espaço do capital. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2016a.

MOREIRA, Ruy. O capítulo 24 e o segredo da atualidade de O Capital, de Marx. *In*: MOREIRA, Ruy. **A geografia do espaço-mundo**. Conflitos e superação no espaço do capital. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2016b.

MOREIRA, Ruy. Os períodos técnicos e os paradigmas de espaço. *In*: MOREIRA, Ruy. **A geografia do espaço-mundo**. Conflitos e superação no espaço do capital. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2016c.

MOREIRA, Ruy. O espaço e o território: conceitos e modos de uso. *In*: MOREIRA, Ruy. **A geografia do espaço-mundo**. Conflitos e superação no espaço do capital. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2016d.

MOREIRA, Ruy. **A torre, o palimpsesto e a expropriação**. Olhando Tricart, Aziz Ab'Saber e Quaini pelos olhos da totalidade homem-meio. Dourados: UFGD/Revista Entre-Lugar, v. 10, n. 19, edição eletrônica, 2019.

MOREIRA, Ruy. **Espaço, corpo do tempo**. A construção geográfica da sociedade. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2019.

NOVO, Evelyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento remoto**. Princípios e aplicações. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1989.

OLIVEIRA, Cêurio. **Curso de cartografia**. São Paulo: Papyrus Editora, 1990.

PORCHMANN, Márcio. **A grande desistência histórica e o fim da sociedade industrial**. São Paulo: Editora Ideias & Letras, 2022.

QUAINI, Massimo. **Marxismo e geografia**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1979.

RAFFO, Gustavo da Graça. **Técnicas de localização e referenciamento**. In: VENTURI, Luiz Antonio Bittar (org). Geografia. Práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.

SAITO, Kohei. **O ecossocialismo de Karl Marx**. Capitalismo, natureza e a crítica inacabada à economia política. São Paulo: Boitempo, 2021.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**. Técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: Editora Hucitec, 1996.

SILVA, Armando Correia da. **Geografia e lugar social**. São Paulo: Editora Contexto, 1991.

SORRE, Max. **El hombre em la tierra**. Barcelona: Editorial Labor, 1967.

TEIXEIRA, Amandio Luis de Almeida; MORETTI, Edmar; CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro: Editora do Autor, 1992.

TRICART, Jean. **La epidermis de la tierra**. Barcelona: Editorial Labor, 1969.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN/IBGE, 1977.

TRICART, Jean. **A terra planeta vivo**. Lisboa: Pesença, 1978.

VENTURI, Luiz Antonio Bittar (org). **Geografia**. Práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.

VIDAL LA BLACHE, Paul. **Princípios de geografia humana**. Lisboa: Cosmos, 1954.

Capítulo 02

A EPISTEMOLOGIA DA CARTOGRAFIA

“...O estudo de questões epistemológicas que envolvem o debate científico, o que pressupõe uma conexão de base filosófica mais consistente para seu desenvolvimento mais eficiente, deve redobrar as preocupações com a ordem teórico-metodológica como forma de buscar preservar o percurso da abordagem adotada na realização da pesquisa.”

Lindon Fonseca Matias

A EPISTEMOLOGIA DA CARTOGRAFIA

LINDON FONSECA MATIAS

INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a epistemologia da Cartografia tornou-se mais efetivo na medida em que o seu estudo sistemático, principalmente em pesquisas mais recentes, vem sendo realizado, e o contato mais próximo entre pesquisadores da área tem sido ampliado e aprofundado, com um conseqüente aumento de pesquisas e da produção bibliográfica resultante. A abordagem sobre a epistemologia no âmbito da Cartografia, entretanto, ainda necessita maior descortinamento, uma vez que as contribuições existentes são ainda insuficientes, quando comparadas com aquelas temáticas mais frequentes, a exemplo do que ocorre com a vasta produção sobre metodologias e técnicas de aplicação e uso, em diversas áreas das ciências, notadamente ampliada com o advento das técnicas de informatização, e a difusão crescente dos aplicativos computacionais de mapeamento em diversos setores do conhecimento.

Estudos sobre a epistemologia em Cartografia, por sua vez, têm ocupado um grupo pequeno de pesquisadores e encontrado espaços restritos de discussão, em eventos especializados ou bibliografia com repercussão afeita aos interessados no assunto. No Brasil, o quadro não difere do mencionado, pois há prevalecido um enfoque mais aplicado e, muitas vezes, em flagrante dissociação com as ideias mais recentes trazidas à baila, no âmago da ciência cartográfica, e que trata da sua constituição epistemológica e, mesmo, ontológica, produzindo reflexões mais detidas sobre o assunto.

Neste texto, procurar-se-á apresentar um balanço atualizado sobre as principais discussões que animam o debate epistemológico na Cartografia, e seus desdobramentos para outros campos do conhecimento, especialmente da ciência geográfica, sem, todavia, devido ao espaço disponível para discorrer sobre o assunto neste momento, alcançar a profundidade que o assunto demanda. Isso não significa, todavia, que o texto

não buscará descortinar os principais pontos que hoje animam àqueles que sentem necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a Cartografia, suas especificidades e características enquanto ciência contemporânea. Ao alcançar tal intento, o texto terá cumprido sua missão inicial de chamar a atenção para um importante campo da ciência atual com especial interesse aos geógrafos, assim como, também, a todos aqueles que necessitam lidar com a espacialidade neste mundo complexo, globalizado e fugaz.

TEORIA E MÉTODO

O estudo de questões epistemológicas que envolvem o debate científico, o que pressupõe uma conexão de base filosófica mais consistente para seu desenvolvimento mais eficiente, deve redobrar as preocupações com a ordem teórico-metodológica como forma de buscar preservar o percurso da abordagem adotada na realização da pesquisa. Na continuidade do texto, torna-se necessária a marcação distintiva dos postulados que amparam o percurso dessa reflexão científica em termos da adoção de uma visão social de mundo que consiste, nas palavras de Löwy (1994, p. 13), “de um conjunto relativamente coerente de ideias sobre o homem, a sociedade, a história, e sua relação com a natureza [...] ligada a certas posições sociais, [...] isto é, aos interesses e à situação de certos grupos e classes sociais.”, e que, por sua vez, se expressa como sustentáculo da base de pensamento filosófico e científico que medeia a práxis investigativa por meio da adoção de um método de interpretação, e de um método de pesquisa (MORAES; COSTA, 1987).

Os métodos científicos, concebidos assim na sua pluralidade (DEMO, 1989), não devem ser compreendidos como um mero arsenal instrumental de pesquisa, mas sim como uma autêntica “armação lógico-teórica da análise e reflexão [...] uma relação entre ciência e filosofia, sendo a aplicação de formulações filosóficas no trabalho científico” (MORAES, 1994, p. 67). Sua principal função é dotar o pesquisador com conhecimento de leis e teorias científicas que o permitam escolher e explicitar as categorias e conceitos a serem empregados na sua investigação da realidade, bem como sustentar os procedimentos analíticos e delimitar o seu objeto de investigação (SPOSITO, 2004).

Diante da frequente confusão, às vezes até mesmo indistinção, no uso das palavras método, metodologia, e técnica, que, ao nosso ver, contribui para ampliar a

confusão entre esses termos basilares no fazer científico, optou-se por empregar neste texto, conforme interpretação de Moraes e Costa (1987, p. 27), o termo método de interpretação que, segundo aqueles autores, diz respeito:

[...] à concepção de mundo do pesquisador, sua visão da realidade, da ciência, do movimento etc. É a sistematização das formas de ver o real, a representação lógica e racional do entendimento do mundo e da vida. O método de interpretação refere-se, assim, a posturas filosóficas, ao posicionamento quanto às questões da lógica e, por que não dizer, à ideologia e à posição política do cientista.

Neste sentido, adota-se, como método de interpretação, o materialismo histórico e dialético que, segundo concepção de Lefebvre (1995), realiza-se num movimento de transdução e consiste no uso da lógica concreta que busca entender as relações entre as ordens próximas e distantes como forma de superação da lógica formal, e anuncia leis do movimento que são objetivas e amparam, ao mesmo tempo, a compreensão das leis do real e leis do pensamento. São elas: i) a interação universal (conexão, mediação recíproca de tudo o que existe); ii) o movimento universal; iii) a unidade dos contraditórios; iv) a transformação da quantidade em qualidade; v) o desenvolvimento em espiral (superação).

Ainda na versão lefebvreviana, pode-se identificar as regras práticas do método dialético: i) análise objetiva e sem analogias, enfoque na própria coisa; ii) compreensão do conjunto das conexões internas da coisa; iii) entendimento dos aspectos e momentos contraditórios (totalidade e unidade dos contraditórios); iv) análise do conflito interno das contradições; v) constatação de que tudo está ligado à tudo (visão da totalidade); vi) assimilação das transições; vii) busca do processo de aprofundamento do conhecimento; viii) persecução da riqueza mais profunda do conteúdo; ix) empenho para superação do próprio conhecimento (LEFEBVRE, 1995).

A partir da leitura, na forma de um balanço crítico das obras de, entre outros, Warren (1984), sobre o desenvolvimento do pensamento dialético na filosofia de forma geral, e as diferentes abordagens daí surgidas, e na investigação em ciências políticas, de forma mais específica; de Murray (1988), em sua apreciação sobre a contribuição da teoria marxista do conhecimento; de Löwy (1994), com seu relato sobre as correntes marxistas na sociologia do conhecimento; de Hobsbawm (2011), na forma de um acerto

de contas com a influência da teoria marxista em seu pensamento histórico e, por decorrência, na sua extensa obra de historiador; e de Eagleton (2016, 2018), em sua análise sobre a atualidade da abordagem do materialismo marxista, reforça-se a tese de que o materialismo histórico e dialético mantém sua expressividade enquanto um método de interpretação adequado às ciências (ainda que necessária sua constante renovação diante das novas realidades).

Hobsbawm (2011, p. 24) afirmou de forma peremptória que “Não podemos prever as soluções dos problemas com que se defronta o mundo no século XXI, mas, quem quiser solucioná-los, deverá fazer as perguntas de Marx, mesmo que não queira aceitar as respostas dadas por seus vários discípulos.” De certa forma, o autor aponta no sentido da manutenção da contribuição do pensamento marxista, mas também na necessidade de criticar seus prosseguidores, aliás o que fez o próprio autor ao relativizar algumas das suas interpretações e afirmações sobre o decorrer histórico, notadamente na interpretação dos tempos recentes e do desenvolvimento transcorrido pelo modo de produção capitalista.

Ao trazer a discussão para o horizonte da epistemologia no pensamento cartográfico, observa-se sua pertinência na contribuição de Harley (1989, 2001, 2009) quando assinala a necessidade de ruptura com a epistemologia positivista vigente na Cartografia contemporânea em busca de um direcionamento à uma teoria crítica dos mapas, pensados como “imagens construídas socialmente” e, portanto, “inerentemente políticas”, autênticos instrumentos de poder. Tal tendência epistemológica vem sendo desenvolvida por autores como Crampton e Krygier (2006), Harris e Harrower (2006), Wood e Krygier (2009), Crampton (2010), Kim (2015), Boria (2017), na direção de uma Cartografia Crítica. No contexto brasileiro tal debate vem sendo enfrentado por autores a exemplo de Matias (1996), Girardi (2008), Girardi (2014), que defendem uma abordagem à luz do materialismo histórico e dialético, reunidos em torno da assim denominada Cartografia Geográfica, ao aproximar as concepções teóricas e conceituais da Geografia e da Cartografia enquanto sua principal linguagem.

Para explicitar os caminhos percorridos para a elaboração deste texto, adotou-se a concepção de método de pesquisa apresentada em Moraes e Costa (1987, p. 27), que se refere:

[...] ao conjunto de técnicas utilizadas em determinado estudo. Relaciona-se, assim, mais aos problemas operacionais da pesquisa que a seus fundamentos filosóficos. Pode-se dizer que a utilização de um método de pesquisa não implica diretamente posicionamentos políticos ou concepções existenciais do pesquisador, resultando muito mais das demandas do objeto tratado e dos recursos técnicos de que dispõe.

Os argumentos aqui apresentados foram elaborados a partir de uma abordagem qualitativa com enfoque crítico e participativo com visão histórico-estrutural (TRIVIÑOS, 1987), embasados em levantamento e revisão bibliográfica sistemática com estudo dos conteúdos e análise das principais contribuições teóricas, conceituais e metodológicas propostas por diferentes autores, de forma a avaliar o avanço e a contraposição de ideias ou conhecimentos no desenvolvimento da ciência cartográfica, mais especificamente na sua dimensão epistemológica.

A revisão bibliográfica abordou as principais obras produzidas pela Cartografia a partir do século XX buscando entender as diferentes concepções epistemológicas que foram se estruturando ao longo desse tempo de sua constituição enquanto uma ciência moderna, com suas possíveis linearidades e divergências. Destaque-se que a publicação do livro *The Look of Maps: An Examination of Cartographic Design* (ROBINSON, 1952) pode ser considerada uma efetiva busca de iniciação epistemológica na Cartografia, assim como *Maps and Their Makers: An Introduction to the History of Cartography* (CRONE, 1953) tornou-se um marco inicial ao tratar de forma sistematizada a história da Cartografia.

CARTOGRAFIA: UMA POSSÍVEL EPISTEMOLOGIA

O termo epistemologia, segundo Japiassu e Marcondes (2001, p. 63) designa a disciplina que toma as ciências como objeto de investigação tentando reagrupar: a) a crítica do conhecimento científico (exame dos princípios, das hipóteses e das conclusões das diferentes ciências, tendo em vista determinar seu alcance e seu valor objetivo); b) a filosofia das ciências (empirismo, racionalismo etc.); c) a história das ciências. O conceito de "epistemologia" serve para designar tanto uma teoria geral do conhecimento (de natureza filosófica), quanto os estudos mais restritos concernentes à gênese e à estruturação das ciências.

Fernández e Buchroithner (2014) apontam a necessidade de pesquisa no campo da epistemologia da Cartografia que enfatize a relação entre objeto, sujeito e imagem. Segundo eles, o mapa é um artefato (material ou ideal) dentro do contexto social e cultural em que é criado e utilizado, e não mais um dispositivo de caráter objetivo, neutro e isento de valores; por outras palavras, todas as visões significativas em cartografia, e mapeamento na atualidade, podem ser enquadrados dentro da nova epistemologia pós-positivista das ciências. Todavia, a questão da epistemologia, como também da ontologia, neste caso ainda com menor presença nos estudos já publicados, tem variado historicamente ao longo do transcorrer do pensamento científico.

A partir de meados do século XX, diferentes estudos foram sendo produzidos sobre a teoria cartográfica, no que concerne ao seu estatuto epistemológico, buscando estabelecer os fundamentos dessa ciência e do seu principal objeto de expressão, o mapa. Numa breve listagem das contribuições mais significativas devem constar: Robinson (1952), que investigou a relação entre ciência e arte com especial atenção às características visuais das técnicas cartográficas; Board (1967), que apresentou a concepção de mapas como modelos no sistema de comunicação cartográfica; Bertin (1967), que descreveu os fundamentos semiológicos da linguagem monossêmica aplicada aos diagramas, redes e mapas; Kolacny (1969), que defendeu o conceito de informação cartográfica como fundamental para a Cartografia, propondo um modelo de comunicação da informação cartográfica que influenciou diversos autores que buscaram aprimorar seu modelo enquanto diferentes entendimentos da comunicação por meio de mapas; Ratajski (1977), que propôs um esquema geral interpretativo para a ciência cartográfica e suas divisões; Meine (1979), que, por sua vez, apresentou sua proposta evidenciando o relacionamento entre a Cartografia e as demais ciências. Esses estudos podem ser considerados os responsáveis pela formação de uma base teórico-conceitual para a Cartografia moderna, sendo influenciadores dos desdobramentos ocorridos desde então.

Na continuidade, Keates (1982) reuniu os principais fundamentos da percepção visual e do simbolismo presentes nos mapas; Brunet (1987) introduziu os princípios da modelização gráfica contemplados pela coremática; MacEachren (1995) sistematizou as principais abordagens fundamentadas em princípios cognitivos e semióticos voltados ao

entendimento das representações espaciais por meio de mapas; Monmonier (1991) e Wood (1992) apresentaram leituras sobre a importância dos mapas na sociedade contemporânea, e o papel estratégico que eles representam, incorporando as principais discussões teóricas que envolvem o tema atualmente. Ressalte-se, como contribuição basilar para todos os autores, o esforço realizado por Harley e Woodward (1987) que criaram o projeto História da Cartografia³.

Numa perspectiva epistemológica, propriamente dita, destacam-se as contribuições de Harley (1988, 1989), que abriu caminho para abordagens não positivistas, Casti (2000, 2005), Pickles (2004), Dodge; Kitchin; Perkins (2009, 2011), Fernández (2012) e Fernández e Buchroithner (2014), que buscaram, com diferentes propósitos, discutir a constituição de uma epistemologia para a Cartografia contemporânea.

A título de uma apresentação inicial, portanto de forma sintética, adotou-se a proposta de Fernández (2012) e Fernández e Buchroithner (2014), como ponto de partida, que buscou dar visibilidade ao conhecimento e à pluralidade de abordagens existentes nas principais contribuições teóricas, conceituais e metodológicas presentes nos diferentes autores. Aqueles pesquisadores identificaram a filiação epistemológica do(s) autor(es) em cada texto relevante, por meio da análise da forma e do conteúdo apresentado, e a similaridade comparativa com outros textos, tornando possível agrupar certas linhas de raciocínio e argumentos utilizados de acordo com a visão de paradigmas científicos (KUHN, 2012). O conceito de paradigma cartográfico é pensado, segundo esses autores, como a prevalência entre seus praticantes de um conjunto de ideias científicas mais ou menos concordantes que fundamentam sua compreensão e aplicação dos conhecimentos cartográficos.

A partir disso, sugeriram a identificação das seguintes correntes paradigmáticas no pensamento cartográfico na atualidade (Quadro 1), segundo seus contrastes:

³ O projeto História da Cartografia, iniciativa coordenada por Harvey e Woodward (1987), seus primeiros editores, voltada para a pesquisa e a publicação de uma história geral da Cartografia, com 7 volumes já publicados pela *The University Chicago Press*, constitui a principal contribuição realizada de forma coletiva por vários estudiosos para descrição e conhecimento da história da Cartografia.

linguagem cartográfica, comunicação cartográfica, cartografia analítica, visualização cartográfica, cartografia crítica, cartografia pós-representacional.

Quadro 1 - Tendências paradigmáticas na Cartografia contemporânea.

Crítérios de Contraste	Linguagem Cartográfica	Comunicação Cartográfica	Cartografia Analítica	Visualização Cartográfica	Cartografia Crítica	Cartografia Pós-representacional
Objeto de estudo	Mapa linguagem/simbolismo	Mapa imagem/"design"	Mapa modelo	Mapa uso do espaço	Mapa conteúdo	Mapa <i>per se</i>
Pesquisa	Regras e generalizações na linguagem do mapa	Regras e generalizações na comunicação cartográfica	Modelagem analítica e teste de hipóteses de fenômenos mapeados	Como mapa funciona como instrumento de visualização	Descobrir as práticas de conhecimento e de poder embutidas nos mapas	Como os mapas surgem por meio de práticas culturais, sociais e espaciais
Métodos e técnicas	Linguística semiótica	Percepção/cognitiva (psico-física)	Analítica/matemática	Cognitiva/semiótica	Hermenêutica-desconstrutivista	Etnográfica-processual
Resultados pesquisa	Modo gráfico para expressão de dados espacialmente relacionados	Projeto de mapa cognitivo e uso do mapa (leitura do mapa)	Modelo representacional e conceitual do mundo "real"	Mapa de pensamento visual e comunicação visual	Mapas como construções sociais e instrumentos de poder	Mapas em estado de devir (em processo) existindo apenas na prática
Produto cartográfico	Alfabeto cartográfico, gramática, leitura e escrita	Eficácia funcional e ideal do mapa	Mapa virtual com estruturas espaciais profundas e superficiais e níveis de dados	Mapas de síntese, apresentação e mapas de exploração e análise	Dispositivos/artefatos históricos, dependentes do contexto	Mapas emergentes

Fonte: Adaptado de Fernández (2012, p. 138).

A esse respeito, Fernández e Buchroithner (2014) resumem que predominam na bibliografia duas ideias diferentes sobre a ontologia dos mapas, ou seja, mapas tomados como verdades objetivas e mapas pensados como construções sociais. Há ainda autores, a exemplo de Harley (1989) e Wood e Fels (2008), que apontam que ambas as posturas, no fundo, concebem os mapas como verdades inerentes. Existem também aqueles, como Crampton (2001), que questionam a possibilidade de o mapa refletir a verdade sobre a realidade mapeada, pois trata-se de um produto contingente imbuído de condições, tempo e espaço de sua produção e uso; ou outros, como Kitchin e Dodge (2007), que defendem a ideia de uma crise ontológica na Cartografia, propondo ir além da crítica aos seus fundamentos ontológicos, uma forma radical de repensar a questão representacional nos mapas. Nas suas palavras, “Essa é uma mudança da ontologia (como as coisas são) para a ontogênese (como as coisas se tornaram) – da representação (segura) para a prática (desdobrável)” (p. 335). Um mapa, ainda na visão destes autores, é sempre fruto do momento, do contexto, somente definível na sua prática; um mapa não é um produto, mas sempre é um processo, o mapa acontece ou ocorre apenas quando alguém interpreta uma determinada forma visual.

Harley (1989), ao tratar do tema, apontou dois conjuntos distintos de regras que fundamentam e dominam a história da cartografia ocidental desde o século XVII. Um conjunto pode ser definido como aquele que rege a produção técnica de mapas e o outro

conjunto se relaciona com a produção cultural de mapas. Assim, o primeiro conjunto de regras cartográficas pode ser definido em termos de epistemologia científica (por exemplo, regras científicas de precisão e acurácia), já o segundo conjunto de regras enquadra-se em regras de ordem social ou etnocêntricas, regras de hierarquia do espaço ou território. Um mapa, no entanto, só se torna território ao produzir um espaço real e imaginário: mapas são imagens que criam mundos.

Tal questão, já por si só controversa diante da natureza, quase sempre, pragmática do fazer cartográfico, torna-se mais sensível com o advento das técnicas computacionais de informatização na cartografia (KRAAK; ORMERLING, 2020), as chamadas geotecnologias (LONGLEY *et al.*, 2015) modificam a abordagem de ontologia que passa a ser frequentemente aplicada de maneira diferente da usada inicialmente na Filosofia, voltando-se para a descrição lógica e regramento formal dos dados (GUARINO, 1998; LAURINI; KAZAR, 2016).

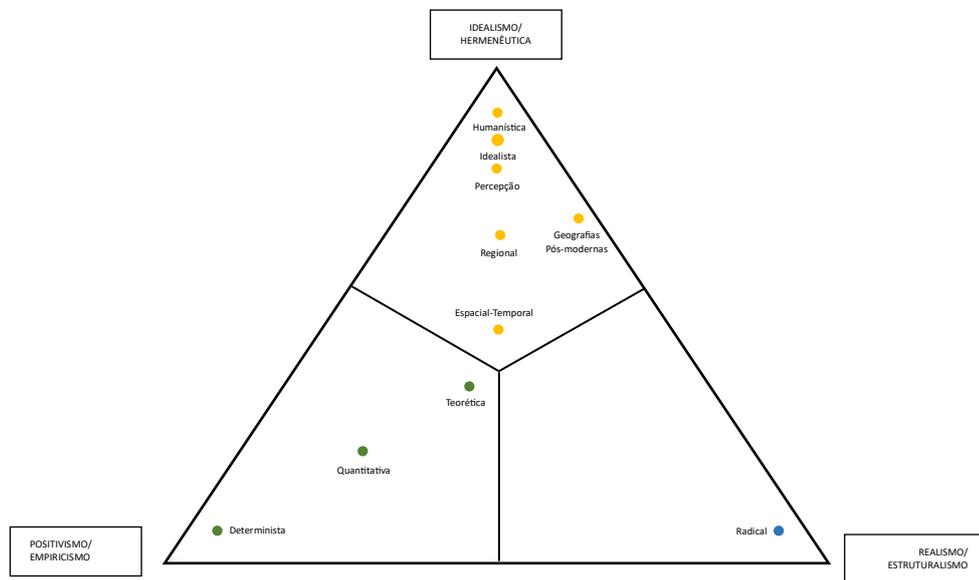
Num primeiro momento, Fernández e Buchroithner (2014) posicionam numa representação triangular (Figura 1) as principais correntes epistemológicas de pensamento na Geografia. Aparecem em vértices opostos as três concepções filosóficas que amparam o desenvolvimento da ciência geográfica moderna: o positivismo empiricista, que foi a base de sustentação da Geografia em sua formulação tradicional; o realismo/estruturalismo, que por diversos caminhos ampara as correntes críticas; e o idealismo/hermenêutica, que fundamenta as correntes humanísticas (SPOSITO, 2004).

As correntes predominantes no pensamento geográfico são posicionadas no gráfico de acordo com sua proximidade a cada um dos vértices por afinidade no seu embasamento epistemológico. Assim, os deterministas, quantitativos, teóricos, situam-se na parte do triângulo sob influência do positivismo empiricista, embora em distâncias diferentes, aumentando em direção ao centro do gráfico, respectivamente. Isso simboliza, de certa maneira, como numa perspectiva mais arejada pode-se perceber diferenças importantes mesmo quando se emprega uma forma esquemática numa abordagem macro interpretativa.

Junto ao vértice de domínio do realismo/estruturalismo, encontra-se posicionada a corrente de Geografia radical em oposição diametral ao polo anterior. Cabe lembrar que este termo genérico cobre uma gama de proposições que, embora num instante

inicial tenham flertado com o marxismo, foram aos poucos tomando novas feições dentro da própria teoria marxista, com diferentes posicionamentos em relação à ortodoxia e heterodoxia do pensamento de Marx, seus desdobramentos e interpretação nos anos seguintes, e outras abordagens diferenciadas vindas da influência do pensamento anarquista, socialdemocrata, ecologista etc., que procuram estabelecer um caminho próprio e independente, também permeado por críticas ao desenvolvimento do modo de produção capitalista ou, pelo menos, a algumas de suas características (CAMPOS, 2011).

Figura 1 - Tendências paradigmáticas de acordo com as bases epistemológicas da Geografia.



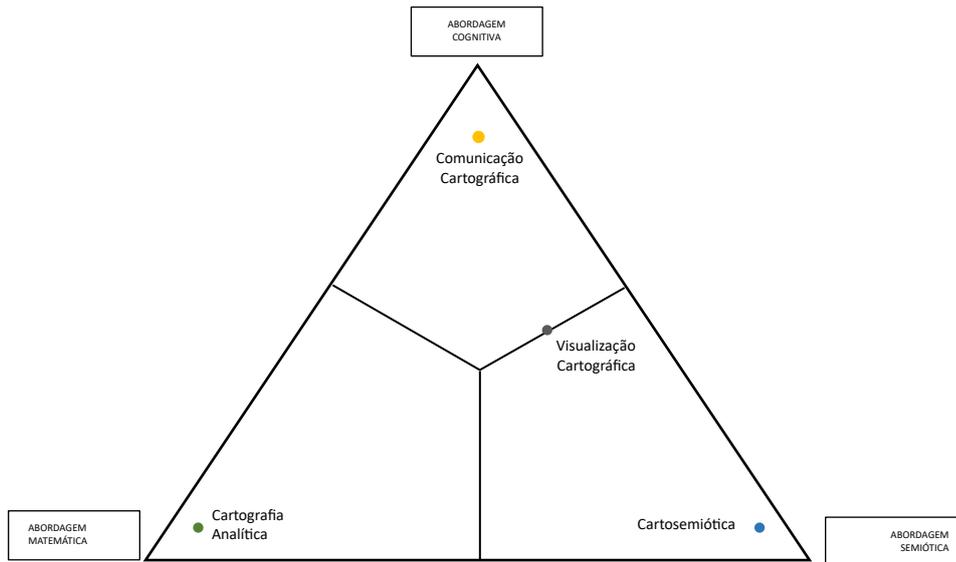
Fonte: Adaptado de Fernández (2014, p. 105).

No terceiro vértice aparecem algumas correntes (espacial-temporal, regional, pós-modernas, percepção, idealista, humanística) que, de um jeito ou outro, apresentam características presentes no idealismo/hermenêutica, e divergem das correntes anteriores, buscando um caminho diferente para o saber e fazer geográfico, com base na interpretação das subjetividades e dos grupos sociais em sua diversidade antro-etnográfica.

Após estudar os principais contrastes de ideias e pressupostos teóricos e metodológicos entre as tendências que se apresentam no quadro de debate sobre uma possível epistemologia para a Cartografia moderna, Fernández e Buchroithner (2014) identificam quatro correntes representativas, na forma de possíveis paradigmas

cartográficos (Figura 2). A cartografia analítica, com base de sustentação numa abordagem matemática; a cartosemiótica, fundamentada em abordagem das regras semióticas da linguagem; a comunicação cartográfica com viés de abordagem cognitiva, que se encontram todas posicionadas em vértices opostos; e a visualização cartográfica que se encontra localizada a meio caminho entre as abordagens semiótica e cognitiva.

Figura 2 - Tendências paradigmáticas da Cartografia contemporânea.



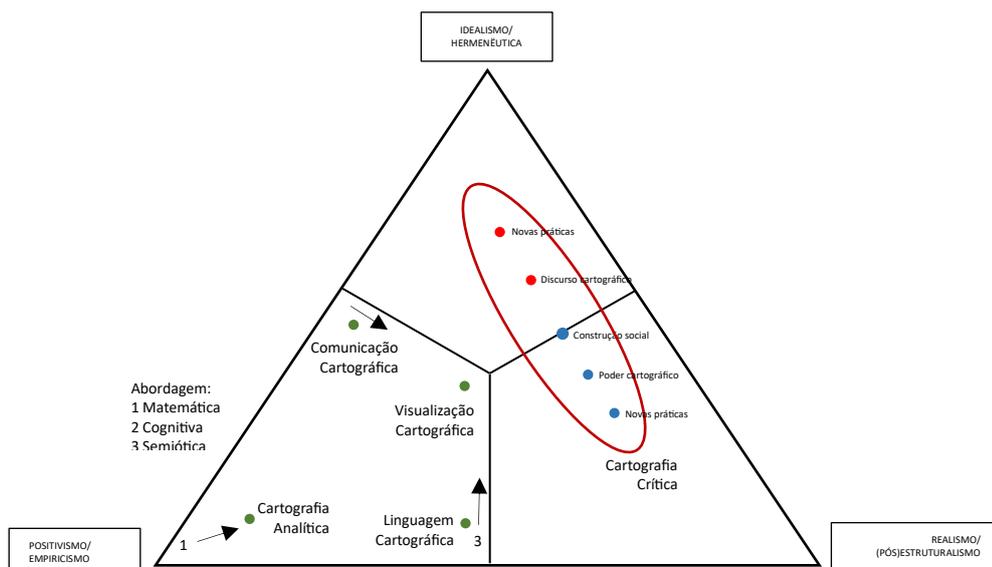
Fonte: Adaptado de Fernández (2014, p. 106).

A concepção de paradigmas cartográficos revela um rico debate sendo realizado em prol de uma busca incessante no entendimento amplo do mapa, sua função e possibilidade de uso na sociedade, que alcança diferentes amplitudes epistemológicas. Daí advêm questões que envolvem, sem prejuízo de muitas outras, as características e as regras do sistema de comunicação por meio de mapas, com base no conceito de informação cartográfica (BOARD, 1967; KOLACNY, 1969); o desenvolvimento das regras de uma semiologia gráfica de base monossêmica que estabelece as variáveis visuais usadas nos mapas (BERTIN, 1967; 1977); a modelização gráfica (coremática) de mapas que representam o território (THÉRY, 1988; BRUNET, 2017); o domínio da visualização cartográfica - geovisualização (em forma de conjunto CHREN, 1995); os fundamentos da linguagem semiótica que estabelecem o emprego dos mapas como uma forma de discurso próprio da linguagem visual (CASTI, 2000); o mapa enquanto uma representação fidedigna dos objetos/processos da realidade, enfatizando sua qualidade geométrica centrada na técnica de construção e representação (ROBINSON *et al.*, 2010);

o mapa como representação das relações sociais de poder e conhecimento, que necessitam de uma crítica de seu uso (WOOD; KRYGIER, 2009; CRAMPTON, 2010); a crítica ao próprio artefato mapa enquanto representação (DODGE; KITCHIN; PERKINS, 2009; 2011).

Numa tentativa de promover uma síntese de todo esse movimento epistemológico, transcorrido especialmente nas últimas décadas em torno da Cartografia, Fernández e Buchroithner (2014) nos apresentam a Figura 3 como um modelo de espaço epistemológico de tendências na Cartografia a partir da contraposição das abordagens empírico-científicas e críticas. Nela observa-se que as correntes de cartografia analítica, comunicação cartográfica, e linguagem cartográfica são entendidas como contributivas para a visualização cartográfica, todas compartilhando entre si aspectos do positivismo empiricista, seja por adotarem abordagens matemáticas, cognitivas ou semióticas. Por seu lado, a cartografia crítica posiciona-se em contraposição a essas correntes, estendendo-se entre os pressupostos do realismo/ (pós)estruturalismo e do idealismo/hermenêutica com novas práticas cartográficas que estabelecem um discurso cartográfico com premência no poder do mapa como uma construção social.

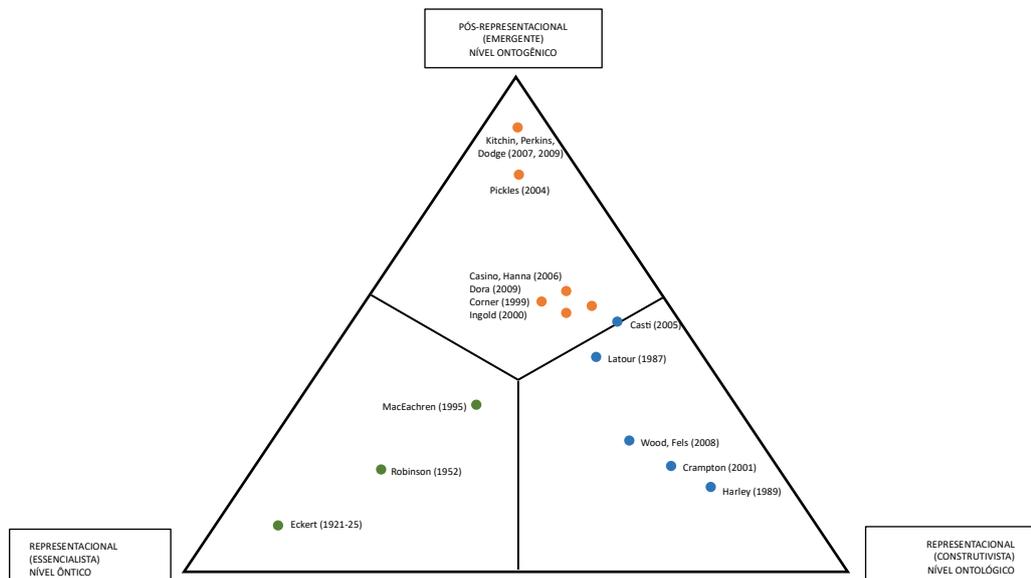
Figura 3 - Modelo de espaço epistemológico de tendências na Cartografia segundo abordagens empírico-científica e crítica.



Fonte: Adaptado de Fernández (2014, p. 107).

Na Figura 4, Fernández e Buchroithner (2014) identificam algumas obras e autores representativos, embora não sejam os únicos, diga-se, a bem da verdade, para compreensão desse debate segundo um modelo de espaço epistemológico de tendências na Cartografia contrapondo três polos básicos, localizados em vértices opostos, de acordo com fundamentos ontológicos: um emergente que defende teorias pós-modernas centradas na desconstrução do mapa enquanto uma imagem representacional, numa perspectiva pós-representacionista propõe um nível ontogênico, negando o caráter ontológico do mapa; outro, tido como construtivista, centrado na dimensão representacional do mapa, e que advoga a tese do mapa como possuindo uma dimensão ontológica; e, por fim, um polo que representa uma defesa do mapa representacional, embora de caráter essencialista, com divergência aos dois anteriores, no que diz respeito ao estatuto ontológico que cabe ao mapa, no caso defende um nível ôntico, ou seja, um objeto específico em sua existência concreta.

Figura 4 - Modelo de espaço epistemológico de tendências na Cartografia segundo abordagens representacional e pós-representacional.



Fonte: Adaptado de Fernández (2014, p. 108).

Um exame sobre as questões aqui apresentadas revela a necessidade de prosseguimento das análises, bem como a diversidade das abordagens a serem adotadas, trata-se de uma questão central para o andamento das perspectivas científicas envolvidas. Considera-se que os textos apresentados, trazem importantes

apontamentos mas ainda são insuficientes diante da complexidade que o tema abrange, ainda mais considerando-se as implicações advindas no atual momento histórico com as novas condicionantes técnicas e científicas que influenciam sobremaneira o que tratamos.

CONSIDERAÇÕES MOMENTÂNEAS

O desdobramento da reflexão realizada até aqui demonstra a necessidade de (re)pensar o papel a ser desempenhado por uma Cartografia Geográfica no contexto do movimento do pensamento geográfico, à semelhança do que ocorre com o pensamento da epistemologia da Cartografia, em grande parte fomentado também por geógrafos que se dedicam ao assunto dos mapas. O relacionamento existente entre esses saberes, seja fruto do desenvolvimento histórico ocorrido ou, mesmo, da necessidade que a Geografia apresenta de trabalhar com mapas, reforça sobremaneira esta afirmação.

Ainda que, na atualidade, tais campos científicos revistam-se de particularidades crescentes, no que diz respeito a uma maior especialização em suas atividades, é fundamental, para alcançar um bom desenvolvimento para ambos, a troca de conhecimentos. Pode-se afirmar que uma teoria epistemológica sobre o espaço geográfico sem a sua conseqüente representação é algo tão despropositado como a própria representação do espaço geográfico desprovida da sua teorização.

Na Geografia, de certa maneira, registra-se que a relação entre o saber geográfico e a prática cartográfica sempre esteve presente, quer seja de uma forma direta ou indireta (LACOSTE, 1988; SANTOS, 2002). Contudo, durante muito tempo pesaram, nesse fato, muito mais as decorrências de conjunturas históricas herdadas presentes desde a sua institucionalização, enquanto saber científico moderno, que propriamente uma elaboração teórica pormenorizada voltada para a compreensão dos mapas, enquanto representação gráfico-visual de fenômenos geográficos. Esta tarefa era realizada, primordialmente, exclusivamente pelos estudiosos da história da Cartografia e, posteriormente, incorporada à Geografia. Assim, só restava aos geógrafos duas formas de atitude, a de tomar os ensinamentos cartográficos e aplicá-los sem maiores sobressaltos, correndo o risco de, em muitos casos, não estar usando adequadamente a representação por meio de mapas ao propósito de seu trabalho, ou a outra, não menos

desabonadora, de suprimir, na realização dos seus trabalhos, pura e simplesmente, o uso de mapas.

A partir da década de 1960, sem querer com isso estabelecer um marco temporal único e definitivo, devido às transformações científicas, notadamente as de ordem teórico-metodológicas ocorridas na Geografia, mas também para a Cartografia, como pode-se perceber nas páginas anteriores, é que se observa uma preocupação em debater este tema mais detidamente. Os mapas assumem para os geógrafos uma identidade diferente daquela que apresenta para os engenheiros cartógrafos. Ainda que apareça com diferentes denominações e concepções, merecendo maiores esforços para seu entendimento e proposição, a Cartografia Geográfica delimita dentro da ciência geográfica um lugar a ser ocupado pela compreensão sobre a construção e a utilização dos mapas.

Neste momento, interessa-nos, particularmente, abordar a Cartografia Geográfica com base num postulado de visão crítica da ciência geográfica. Isso implica admitir o fato de que coexistem, na atualidade, diferentes pontos de vista em torno da questão, à semelhança das diferentes posições que os geógrafos apresentam no seio do debate da Geografia de forma mais ampla. Tal concepção pretende, acima de tudo, contribuir para o debate no campo das proposições geográficas sem, entretanto, desconsiderar as dificuldades de tal tarefa, afirmando, uma vez mais, a defesa incontestada da pluralidade de ideias como caminho salutar para o avanço da ciência.

Por isso, ressalta-se que é exatamente entre as correntes ditas críticas na Geografia que reside certo descaso na elaboração de um melhor entendimento conceitual visando contemplar a atividade cartográfica dentro da ciência geográfica. Ao que se pode constatar, essas correntes teóricas não têm apresentado, salvo exceções que confirmam a regra, contribuições efetivas para uma adequação dos princípios cartográficos, referentes à construção e à utilização consistente dos mapas, em um formato mais próximo à práxis geográfica com fundamentos críticos. O que ainda se observa é um uso convencional de mapas, no sentido de mero registro ou ilustração, em desconformidade com um discurso geográfico de fundamentação social e política bastante engajado, mesmo quando são defendidos postulados em sentido contrário.

Além disso, os temas contemplados pelos mapas são os mesmos que a tradição geográfica nos legou, havendo uma tentativa ainda tímida no sentido de apresentar novas abordagens que permitam uma representação mais condizente com as categorias de análise apresentadas por essas correntes teóricas. Nota-se, portanto, uma difícil situação na qual os geógrafos defrontam-se, de um lado, com uma elaboração teórica consistente e embasada, e que fazem uso, por outro lado, de uma representação que é, muitas vezes, a negação dessa mesma teoria. Resta-nos, assim, acompanhar e tomar parte do rico debate sendo realizado nas diferentes correntes aqui apresentadas sobre a epistemologia da Cartografia.

A Cartografia Geográfica pode posicionar-se a partir da formulação contida na representação do espaço epistemológico de tendências na Cartografia (Figura 4), adotando os elementos teóricos e conceituais com base epistemológica em consonância com as correntes do pensamento geográfico contemporâneo, de maneira a produzir com mais efetividade uma proposição para adoção do mapa no pensar e fazer geográfico. Além das teorias mais diretamente ligadas à Cartografia (comunicação cartográfica, semiologia gráfica, teoria social do mapa etc.), deve-se comparti-las com as teorias geográficas que permitem (re)pensar o espaço geográfico enquanto uma produção histórica. Os geógrafos, principalmente aqueles que acreditam, com o seu conhecimento sobre o espaço geográfico, poder contribuir para a transformação deste mesmo espaço em prol de uma sociedade mais justa e equânime, não podem desconhecer o arsenal que os mapas contemplam como importante elemento de representação do espaço geográfico a ser usado para perpetuar ou transformar as desigualdades existentes (MATIAS, 1996). Para isso, entre outras tarefas, cabe perseverar no estudo dos vínculos entre o desenvolvimento da Cartografia e da Geografia, notadamente na prospecção de suas epistemologias, como forma de promover o fortalecimento do conhecimento para compreensão e aplicação da representação cartográfica no âmago da ciência geográfica.

Numa proposta de Cartografia Geográfica como as esboçadas por Matias (1996), Fonseca (2004), Girardi (2008), Girardi (2011), com suas diferentes abordagens, a dimensão epistemológica, e porque não dizer, também, ontológica, assume relação próxima com o andamento da ciência geográfica naquilo que pesponta seus conceitos e categorias centrais, tomados aqui numa perspectiva do materialismo histórico e

dialético que, portanto, pressupõe uma visão crítica do mundo, e não somente da ciência geográfica (e/ou cartográfica), em busca de sua transformação.

Sendo assim, qualquer visão geográfica consentânea da Cartografia deve apontar na direção de repensar a práxis do geógrafo (MOREIRA, 2012) na concepção e uso do mapa focando nas relações sociais que o caracterizam e o constituem, juntamente com sua inerente dimensão política (ACSELRAD, 2008; ULRICH, 2017).

Hardt e Negri (2000, p. 26) enquadram de forma atualizada esse desafio:

A geografia desses poderes alternativos, **a nova cartografia ainda está esperando para ser escrita – ou melhor, está sendo escrita hoje pelas resistências, as lutas e os desejos da multidão [sic]**. Uma multidão formada por artistas, trabalhadores, camponeses, estudantes, desempregados, acadêmicos, arquitetos, aposentados, deslocados etc. O que une esses setores é talvez a máxima com que o geógrafo francês Yves Lacoste já na década de 1970 apontou para a importância do espaço [...] quando disse: “é preciso conhecer o espaço para poder lutar nele.” [negrito nosso].

Não resta alternativa aos geógrafos, e demais interessados pelos mapas, se não envolver-se com a demanda epistemológica que a atividade impõe sob risco de perpetuarmos uma situação de uso crescente de mapas, como o constatado na sociedade atual de modo geral, sem que isso signifique sua utilização para subsidiar a melhoria das condições amplas de vida nesta sociedade.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. (org.). **Cartografias sociais e território**. Rio de Janeiro: IPPUR/FRJ, 2008.
- BERTIN, J. **La graphique et le traitement graphique de l'information**. Paris: Flammarion, 1977.
- BERTIN, J. **Semiologie Graphique: Les diagrammes, les réseaux, les cartes**. Paris: Gauthier-Villars, 1967.
- BOARD, C. Maps as models. In: CHORLEY, R. J.; HAGGETT, P. (ed.). **Models in Geography**. London: Methuen, p. 671-725, 1967.
- BORIA, E. Mapping Power. In: BRUNN, S. D.; DODGE, M. (ed.). **Mapping Across Academia**. New York: Springer, p. 223-257, 2017.
- BRUNET, R. **Le déchiffrement du Monde. Théorie et pratique de la géographie**. Paris: Belin, 2017.
- BRUNET, R. **La Carte Mode D'Emploi**. Paris: Fayard/Reclus, 1987.

CAMPOS, R. R. de. **Breve Histórico do Pensamento Geográfico Brasileiro nos Séculos XIX e XX**. Jundiaí: Paco Editorial, 2011.

CASTI, E. **Reality as representation: the semiotics of cartography and the generation of meaning**. Bergamo: Sestante, 2000.

CASTI, E. Toward a theory of interpretation: Cartographic semiosis. **Cartographica**, v. 40, n. 3, p. 1–16, 2005.

CRAMPTON, J. W. **Mapping without a net: the politics, sovereignty and ontology of cartography**. Georgia: Georgia State University, p. 1-9, 2010.

CRAMPTON, J. W. **Mapping: a critical introduction to Cartography and GIS**. West Sussex: John Wiley & Sons, 2010.

CRAMPTON, J. W. Maps as social constructions: Power, communication and visualization. **Progress in Human Geography**, v. 25, n. 2, p. 235–252, 2001.

CRAMPTON, J. W.; KRYGIER, J. An Introduction to Critical Cartography. **ACME An International E-Journal for Critical Geographies**, v. 4, n. 1, p. 11-33, 2006.

CRONE, G. R. **Maps and Their Makers: An Introduction to the History of Cartography**. London: Hutchinson's University Library, 1953.

DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.

DODGE, M.; KITCHIN, R.; PERKINS, C. (ed.). **The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation**. Chichester: Wiley, 2011.

DODGE, M.; KITCHIN, R.; PERKINS, C. (ed.). **Rethinking Maps: New Frontiers in Cartographic Theory**, London: Routledge, 2009.

EAGLETON, T. **Materialism**. New Haven: Yale University Press, 2016.

EAGLETON, T. **Why Marx Was Right**. New Haven: Yale University Press, 2018.

FERNÁNDEZ, P. I. A.; BUCHROITHNER, M. F. **Paradigms in Cartography: An Epistemological Review of the 20th and 21st Centuries**. New York: Springer, 2014.

FERNÁNDEZ, P. I. A. **Paradigmatic Tendencies in Cartography: A Synthesis of the Scientific-Empirical, Critical and Post-Representational Perspectives**. 2012. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doctor rerum naturalium. Technische Universität Dresden, Dresden, 2012.

FONSECA, F. P. **A Inflexibilidade do Espaço Cartográfico, Uma Questão para a Geografia: análise das discussões sobre o papel da Cartografia**. 2004. 250 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GIRARDI, G. Cartografia geográfica: entre o “já-estabelecido” e o “não-mais-suficiente”. **Ra’EGa**. Curitiba, v. 30, p. 65-84, 2014.

GIRARDI, G. Apontamentos para uma cartografia da Cartografia Geográfica Brasileira. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, p. 237-250, 2011.

GIRARDI, E. P. **Proposição teórico-metodológica de uma Cartografia Geográfica Crítica e sua aplicação no desenvolvimento do Atlas da Questão Agrária Brasileira**. 2008. 347

f. Tese (Doutorado em Produção do Espaço Geográfico) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

GUARINO, N. (ed.). **Formal Ontology and Information Systems**. Amsterdam: IOS Press, 1998.

HARRIS, L.; HARROWER, M. Critical Interventions and Lingering Concerns: Critical Cartography/GISci, Social Theory, and Alternative Possible Futures. **ACME: An International E-Journal for Critical Geographies**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2006.

HARDT, M.; NEGRI, A. **Empire**. Cambridge: Harvard University Press, 2000.

HARLEY, J. B. **The New Nature of Maps: Essays in the History of Cartography**. Baltimore: The John Hopkins University Press, 2001.

HARLEY, J. B. Maps, knowledge, and power. *In*: COSGROVE, D.; DANIELS, S. (ed.). **The Iconography of Landscape**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 129-148, 1988.

HARLEY, J. B. Deconstructing The Map. **Cartographica**, v. 26, n. 26, p. 1-20, 1989.

HARLEY, J. B.; WOODWARD, D. (ed.). **The History of Cartography**. Chicago: University of Chicago Press, 1987.

HOBBSAWM, E. **Como mudar o mundo: Marx e o marxismo, 1840-2011**. São Paulo: Cia. das Letras, 2011.

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. **Dicionário Básico de Filosofia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

KEATES, J. S. **Understanding Maps**. Harlow: Logman Group, 1982.

KITCHIN, R.; DODGE, M. Rethinking maps. **Progress in Human Geography**, v. 31, n. 3, p. 331–344, 2007.

KIM, A. M. Critical cartography 2.0: From “participatory mapping” to authored visualizations of power and people. **Landscape and Urban Planning**, Elsevier, v. 142, p. 215–225, 2015.

KOLACNY, A. Cartographic information: A fundamental concept and term in modern cartography. **The Cartographic Journal**, v. 6, n. 1, p. 47–49, 1969.

KRAAK, M. J.; ORMELING, F. **Cartography: Visualization of Geospatial Data**. 4. ed. New York: CRC, 2020.

KUHN, T. **The Structure of Scientific Revolutions**. Chicago: The University Chicago Press, 2012.

LACOSTE, Y. **A Geografia: isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra**. Campinas: Papyrus, 1988.

LAURINI, R.; KAZAR, O. Geographic Ontologies: Survey and Challenges. **Journal for Theoretical Cartography**, v. 9, p. 1-13, 2016.

LEFEBVRE, H. **Lógica formal – Lógica dialética**. 6. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

LONGLEY, P. A. *et al.* **Geographic Information Science and Systems**. 5. ed. London: Wiley, 2015.

- LÖWY, M. **As aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen: marxismo e positivismo na sociologia do conhecimento**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 1994.
- MACEACHREN, A. **How Maps Work: Representation, Visualization and Design**. London: Guilford, 1995.
- MATIAS, L. F. **Por uma Cartografia Geográfica - Uma análise da Representação Gráfica na Geografia**. 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- MEINE, K. H. Thematic mapping: presente and future capabilities. **World Cartography**, New York, v. 6, p. 1–16, 1979.
- MONMONIER, M. **How to Lie with Maps**. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.
- MORAES, A. C. R. **Meio ambiente e ciências humanas**. São Paulo: Hucitec, 1994.
- MORAES, A. C. R.; COSTA, W. M. da. **Geografia crítica: a valorização do espaço**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1987.
- MOREIRA, R. **Geografia e práxis: a presença do espaço na teoria e na prática geográficas**. São Paulo: Contexto, 2012.
- MURRAY, P. **Marx's Theory of Scientific Knowledge**. Atlantic Highlands: Humanities, 1988.
- PICKLES, J. **A History of Spaces: Cartographic Reason, Mapping and the Geo-coded World**. London: Routledge, 2004.
- RATAJSKI, L. The research structure of Theoretical Cartography. **Cartographica**. Toronto, Canada, University of Toronto Press, v. 14, n. 19, p. 46-57, 1977.
- ROBINSON, A. **The Look of Maps: An Examination of Cartographic Design**. Madison: The University of Wisconsin Press, 1952.
- ROBINSON, A. H. *et al.* **Elements of Cartography**. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 2010.
- SANTOS, D. **A reinvenção do espaço: diálogos em torno da construção do significado de uma categoria**. São Paulo: Unesp, 2002.
- SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. 2ª imp. São Paulo: Unesp, 2004.
- THÉRY, H. Modélisation graphique et analyse régionale. Une méthode et un exemple. **Cahiers de Géographie du Québec**, v. 32, n. 86, p. 135-150, 1988.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- ULRICH, O. Ontología relacional y cartografía social: ¿hacia un contra-mapeo emancipador, o ilusión contra-hegemónica? **Tabula Rasa Revista de Humanidades**. n. 26, 2017. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39652540012>.
- WARREN, S. **The Emergence of Dialectical Theory: philosophy and political inquiry**. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.
- WOOD, D.; FELLS, J. **The nature of maps: Cartographic constructions of the natural world**. **Cartographica**, v. 43, n. 3, p. 189–202, 2008.

WOOD, D.; KRYGIER, J. **Critical Cartography**. v. 2, Elsevier, p. 340-344, 2009.

WOOD, D. **The Power of maps**. New York: The Guilford Press, 1992.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de pesquisador produtividade que subsidiou a realização do projeto “Cartografia Geográfica: ontologia e epistemologia” (CNPq 311610/2018-8) e que originou o presente trabalho.

Capítulo 03

HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA E DAS GEOTECNOLOGIAS

“... A história da Cartografia apresenta um processo e uma evolução que foi marcada pela passagem de um contexto técnico-científico com um ritmo lento, para um extremamente dinâmico (em alguns casos, em tempo real) na coleta, no armazenamento e no tratamento da informação espacial, possibilitando análises espaciais significativamente precisas, rápidas e eficientes.”

José Flávio Morais Castro

HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA E DAS GEOTECNOLOGIAS

JOSÉ FLÁVIO MORAIS CASTRO

INTRODUÇÃO

A *Cartografia* sofreu e vem sofrendo profundas transformações conceituais, teóricas, metodológicas e técnicas, principalmente a partir da década de 1960, que evidenciaram duas fases distintas e interligadas, ou seja, a concepção do mapa antes e depois dos computadores.

Com a introdução dos recursos computacionais na *Cartografia*, o processo de representação gráfica da informação espacial tornou-se interativo, principalmente com o uso de recursos das *geotecnologias*, ou do *geoprocessamento*: a *Cartografia Digital*, o *Sistema de Informações Geográficas - SIG* e a *Geovisualização*, conjunto de técnicas empregadas em *Análise Espacial*. Segundo Longley *et al.* (2013, p. 352), “a análise espacial é, em muitos sentidos, o ponto crucial de um SIG, pois ela inclui todas as transformações, manipulações e métodos que podem ser aplicados aos dados geográficos para adicionar valor a eles, para apoiar decisões e para revelar padrões e anomalias que não são óbvias à primeira vista.”

Nos primórdios, a *Cartografia* respondia por necessidades concretas por meio de mapas elaborados para fins práticos. Com a chegada do papel e da imprensa, e com a mudança da gravura em madeira para o cobre, a cartografia sofreu profundas alterações técnicas e teórico-metodológicas.

O final do século XV e início do século XVI foi um período marcado pelas grandes navegações e que influenciou na atualização, modificação e correção dos mapas. Os primeiros levantamentos planimétricos realizados com bússola foram desenvolvidos concomitante ao surgimento de novos sistemas de projeção, em particular, as projeções de Mercator (1512-1594) e de Ortelius (1527-1598) (RAISZ, 1969).

A partir do século XVII ocorreu uma revolução científica na Europa que mudou definitivamente a concepção do mapa, por meio do desenvolvimento de inúmeros instrumentos de precisão como: a luneta, o cronômetro, o teodolito, entre outros. Com a revolução industrial, entre os séculos XVIII e XIX, surgiram os levantamentos topográficos de precisão e o desenvolvimento da litografia, da gravação em cera, da fotografia, e da impressão em cores, recursos técnicos de precisão importantes para a sistematização definitiva da *Cartografia*. No século XX, com o desenvolvimento da fotografia aérea, foi possível representar o relevo com precisão nas *Cartas Topográficas*, por meio das curvas de nível (RAISZ, 1969).

Em meados do século XX, concomitante às técnicas analógicas, surgiram *softwares* especializados em desenho digital, contendo recursos vetoriais e vasta biblioteca de símbolos, tais como: *CorelDRAW*®, *Adobe Photoshop*®, *AutoCAD*®, entre outros *softwares* de *Cartografia digital*; os dois primeiros, utilizados para desenho e edição de mapas, e, o terceiro, para georreferenciamento de informações estruturadas na forma de *layer*, com grande precisão de dados vetoriais dos tipos ponto, linha e área. Neste contexto, Wolter (1975) *apud* Cauvin *et al.* (2010) identificou três estágios técnicos da *Cartografia*: mapas desenhados à mão, mapas impressos e mapas eletrônicos.

Na década de 1970, surgiram os *Sistemas de Informações Geográficas* (SIGs) para fins de *análise espacial* de grande volume de dados e com recursos digitais para coleta, armazenamento, recuperação, manipulação, análise, e representação de informações espaciais, contendo banco de dados georreferenciados e sofisticadas bibliotecas de símbolos que permitem aplicar os recursos da *Cartografia* com rapidez, precisão e, principalmente, alta qualidade gráfica e analítica. Paralelamente ao desenvolvimento dos SIGs, surgiu um conjunto de tecnologias que permitiu maior interatividade entre o mapa e o seu usuário, a *geovisualização*.

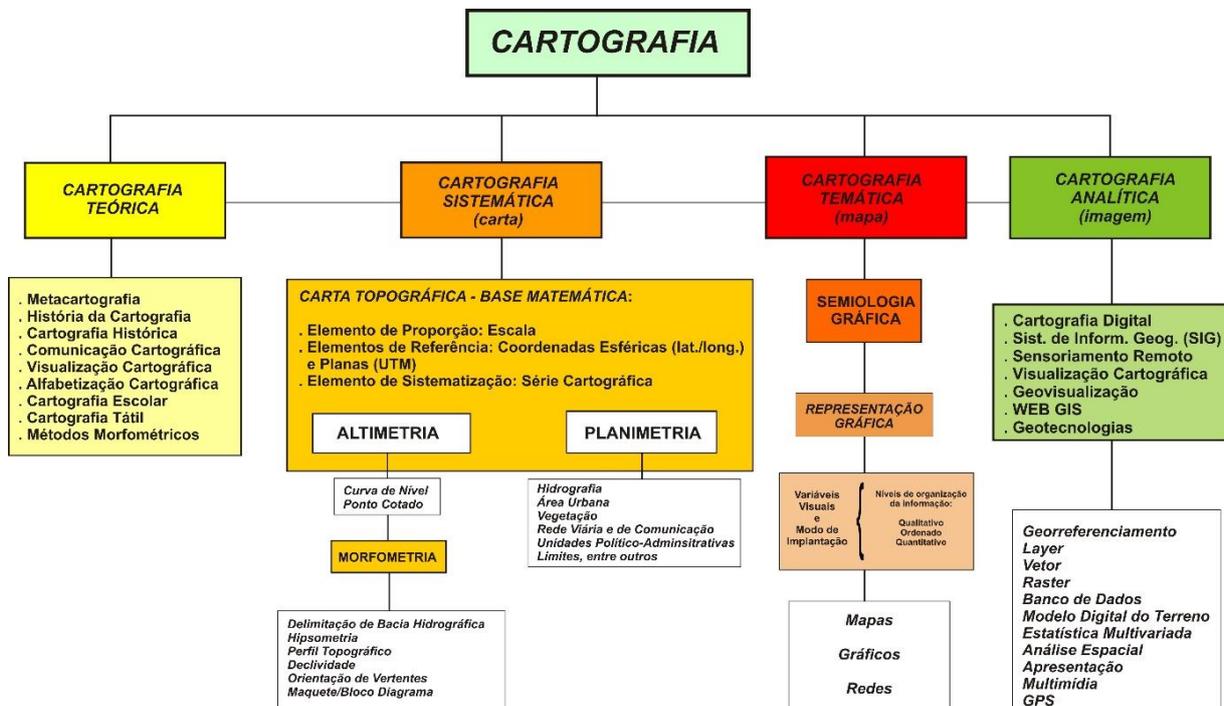
Este trabalho pretende analisar brevemente a história da *Cartografia*, especialmente a *sistemática* e a *temática*, e suas implicações conceituais e técnicas nas *geotecnologias*. Pretende-se contribuir com as discussões sobre as possíveis interfaces entre dois temas amplos e complexos, *Cartografia* e *geotecnologias*. Assim, com base na adaptação da divisão da Cartografia proposta por Castro (1996), o texto pretende abordar sucintamente os principais conceitos e estruturas que marcaram a evolução da

Cartografia, desde os primeiros mapas (analógicos) até os atuais (digitais). O arcabouço teórico-metodológico de representação gráfica e de tratamento da informação espacial produzido na *Cartografia*, associado à tecnologia, podem atuar como poderosos recursos didático-pedagógicos, e como instrumentos dinâmicos de planejamento e gerenciamento do espaço, em tomadas de decisões e em políticas públicas.

CARTOGRAFIA: Conceito e divisão

A *Cartografia* consiste, segundo a Associação Cartográfica Internacional (ACI) - XX Congresso Internacional de Geografia, Londres 1964, no “conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseadas nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, projetos, e outras formas de expressão, assim como a sua utilização.” (OLIVEIRA, 1983, p. 97). São inúmeras as divisões da *Cartografia* na literatura especializada (OLIVEIRA,1988). Entretanto, para efeito didático e prático, Castro (1996) propôs a divisão da *Cartografia* em: *Cartografia teórica*, *Cartografia sistemática*, *Cartografia temática* e *Cartografia analítica* (Figura 1), tendo em vista que podem existir superposições de conceitos e estruturas entre os diversos ramos que a integram.

Figura 1 - Divisões da Cartografia.



Fonte: Adaptado de Castro, 1996, 2012 e 2017.

A *Cartografia teórica* (ou *Cartologia*, *Metacartografia*), segundo Ratajski (1977), consiste no uso de teorias, conceitos e métodos cartográficos, que envolvem a teoria da comunicação cartográfica, a leitura, e a interpretação de mapas. Se enquadram nesta cartografia, a história da *Cartografia* e a *Cartografia Histórica*, a alfabetização cartográfica, os métodos morfométricos etc.

A *Cartografia sistemática* envolve o mapeamento de referência, ou seja, os levantamentos de dados planimétricos e altimétricos de uma área, por meio de técnicas geodésicas, topográficas e aerofotogramétricas.

A *Cartografia temática* (ou *Cartografia especial*), segundo Oliveira (1983, p. 99), é “[...] parte da Cartografia que se ocupa do planejamento, execução e impressão de mapas temáticos”. A *Semiologia Gráfica*, um dos métodos de aplicação em cartografia temática, utiliza a representação gráfica em mapas, gráficos e redes.

A *Cartografia analítica* (ou *Cartografia digital*), criada por Tobler (1976), trata dos fundamentos teóricos e matemáticos da cartografia e das regras que os cartógrafos empregam no processo de mapeamento; constitui a base conceitual dos *Sistemas de Informações Geográficas* (SIGs) (CLARKE, 1995). Algumas derivações da *Cartografia analítica* culminaram na *Cartografia digital* (ou *Cartografia computadorizada*, *Cartografia automatizada*, *Cartografia assistida por computador*), sensoriamento remoto, geovisualização, entre outros recursos.

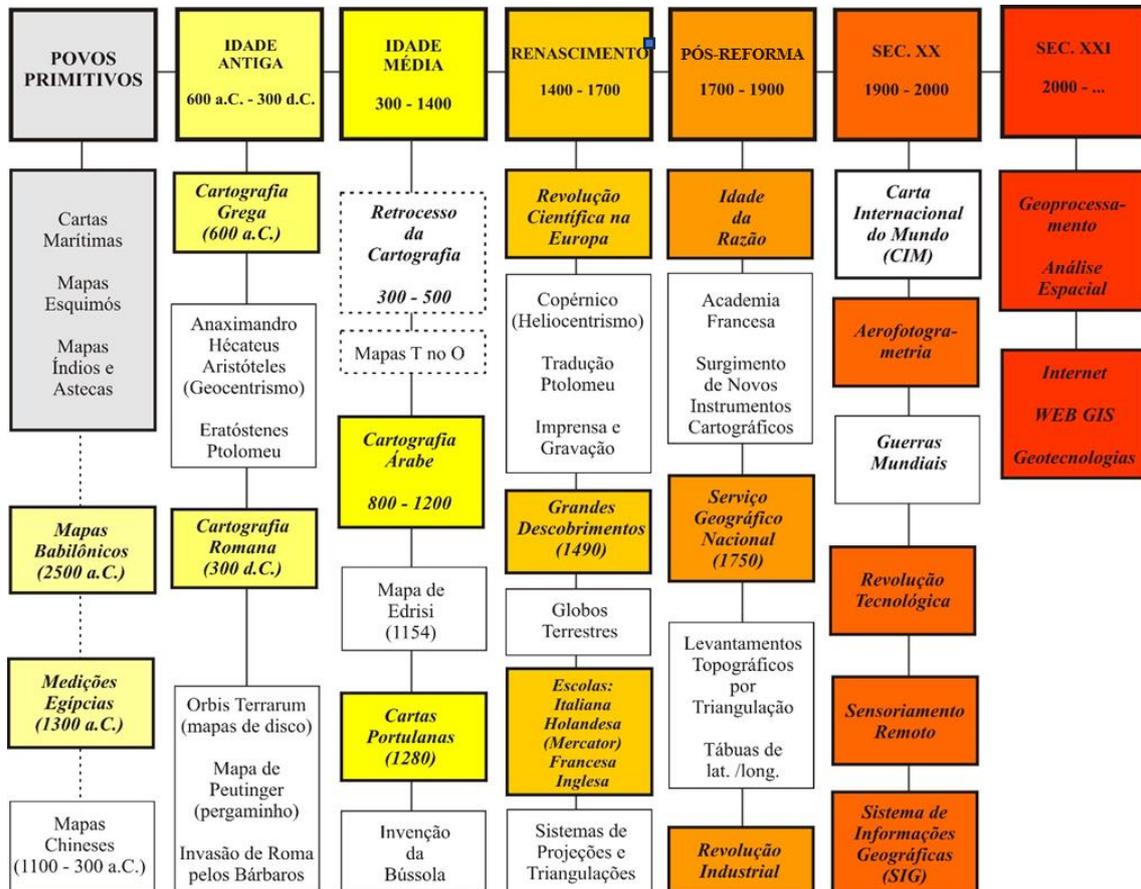
A história da *Cartografia* e das geotecnologias revela o uso de uma série de termos e de conceitos, que se superpõem e que apresentam características semelhantes. Desta forma, serão analisadas, brevemente, as possíveis interfaces enfatizando os principais aspectos que marcaram o processo de desenvolvimento.

HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA: Cartografia Sistemática e Cartografia Temática

A história da *Cartografia* apresenta um processo e uma evolução que foi marcada pela passagem de um contexto técnico-científico com um ritmo lento, para um extremamente dinâmico (em alguns casos, em tempo real) na coleta, no armazenamento e no tratamento da informação espacial, possibilitando análises espaciais significativamente precisas, rápidas e eficientes. O fluxograma da Figura 2

sintetiza a evolução da *Cartografia*, desde os povos primitivos até os dias atuais, e destaca os períodos e eventos que marcaram sua história, por meio de cores que representam a ordem visual da informação no espaço e no tempo.

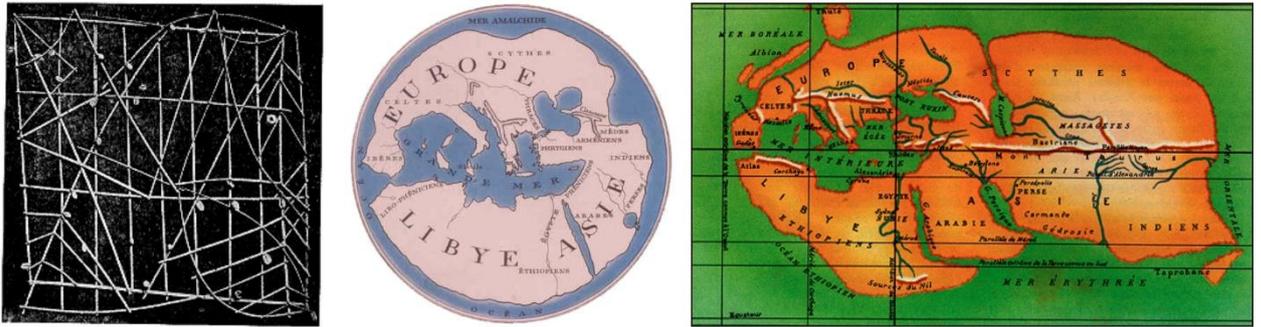
Figura 2 - Evolução da Cartografia nos principais períodos que marcaram a História.



Fonte: Adaptado pelo Autor de RAISZ, 1969, p. 7-46 e de Castro (2012).

Desde os povos primitivos que a cartografia sempre utilizou, como referência espacial, uma rede de quadrícula ortogonal (Figura 3a). Na *Idade Antiga* (600 a.C. - 300 d.C.), a Terra era considerada uma superfície plana e uma imensa ilha formada por três continentes, tendo o Mediterrâneo como mar interior e a Grécia como centro (Figura 3b); neste período, o espaço geográfico mapeado limitava-se às coordenadas de 15° a 50° de latitude Norte e de 25° a 70° de longitude Leste (Figura 3c).

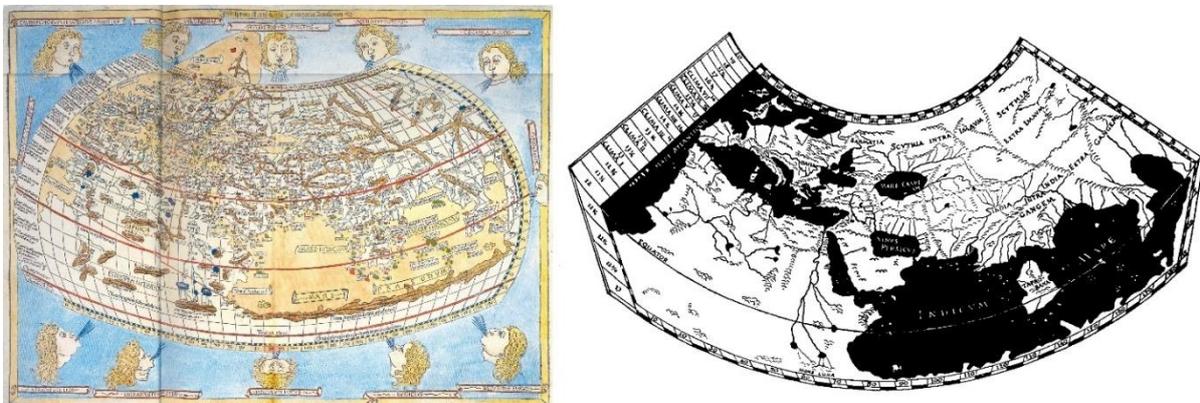
Figura 3 – a) Mapa marítimo das Ilhas Marshall formada por uma rede ortogonal de fibras de palma; b) mapa de disco de Anaximandro; e c) Mapa de Eratóstenes, com paralelos e meridianos.



Fonte: Raisz, 1969, p. 7.; Libault, 1960, p. 18; Castro (2012).

Cláudio Ptolomeu (98-168 d.C.), defensor do *geocentrismo*, acreditava que a Terra era o centro do *Sistema Solar*. Ptolomeu marcou o apogeu da *Cartografia* grega e produziu uma projeção que perdurou por 14 séculos, até Mercator; esboçou a técnica da transposição de uma superfície esférica para a plana, com meridianos e paralelos; e, dividiu o planeta por tipos de clima e por zonas tórridas, temperadas e frias (Figura 4).

Figura 4 - Mapa de Ptolomeu e a sua respectiva representação gráfica com as zonas tórridas, temperadas e frias.



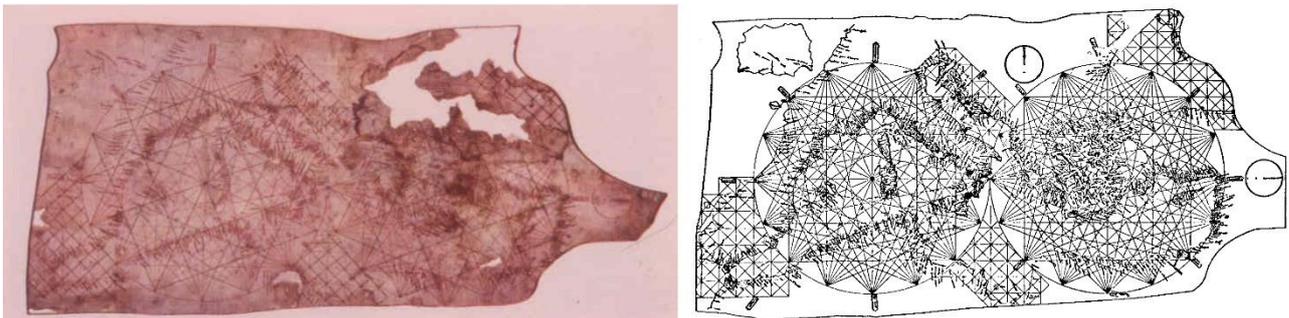
Fonte: Raisz, 1969, p. 16; Whitfield, 1994, p. 8-9.

Na *Idade Média* (300 - 1400), a tradição da *Cartografia* científica clássica foi interrompida, passando por um período de retrocesso, com o surgimento dos *mapas T-O*, tendo Jerusalém como centro, nos quais a Ásia ocupava a metade superior do O, com a Europa e África ocupando, cada uma, a metade da parte inferior.

A *Cartografia* árabe (800 - 1200) recuperou os princípios da *Cartografia* grega, principalmente os formulados por Ptolomeu. O cartógrafo árabe que se destacou foi Abu Abdallah Muhammad Al-Idrisi (1100-1165).

Na segunda metade do século XIII, surgiram as *Cartas portulanas* (1280). Baseadas em medições por *bússola* para fins de navegação, estão sempre orientadas para o Norte magnético (10° a 11° a Oeste do Norte verdadeiro) e apresentam uma rede de linhas de rumo que convergem sobre alguns pontos (semelhante à *rosa dos ventos*). Elaboradas em pele de carneiro, as cartas *portulanas* apresentam *toponímia* reduzida a portos, cabos e outros detalhes da costa oceânica e, nelas, a superfície continental aparece em branco ou com escudos, bandeiras e retratos de reis. A palavra italiana *portulano* refere-se a uma apresentação descritiva da costa oceânica, com suas características e localidades, especialmente os portos. A *Carta portulana* mais antiga é a *Carta de Pisa*, datada de 1280 (Figura 5).

Figura 5 - Carta *portulana* e a sua respectiva representação gráfica.



Fonte: Libault, 1960, p. 23; Raisz, 1969, p. 22.

No *Renascimento* (1400 – 1700), a revolução científica na Europa e o pensamento iluminista, marcaram o desenvolvimento de inúmeras teorias e concepções, dentre elas a do *heliocentrismo*, formulada por Nicolau Copérnico (1473-1543), a qual afirmava que a Terra gira em torno do Sol, nos seus movimentos de rotação e de translação.

Neste período, a Cartografia foi marcada por três fatos importantes:

- a) *tradução da Geografia de Ptolomeu para o latim (1405)*: a redescoberta da obra de Ptolomeu especialmente na recuperação das contribuições dos gregos e dos romanos.

- b) *invenção da imprensa e da gravação (1470)*: até então, os mapas eram desenhados à mão e seu uso era limitado às cortes reais, companhias de navegação e universidades. As primeiras gravações de mapas foram em madeira, sendo logo substituídas pelas gravações em cobre, feitas com buril ou estilete. A posição do mapa na chapa é invertida, como se vista em um espelho. Essa técnica perdurou por mais de 300 anos e se faziam cerca de 1.000 cópias.
- c) *os grandes descobrimentos (1490)*: a invenção da *bússola*, a elaboração de cartas *portulanas* e o aperfeiçoamento dos barcos à vela fizeram com que o mundo conhecido dobrasse de extensão.

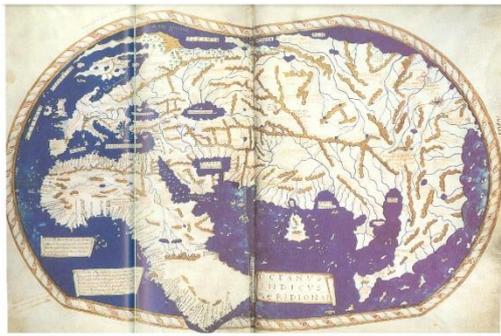
No final do século XV e no início do século XVI, a concepção geográfica do mundo mudou substancialmente e se refletiu nos mapas (Figura 6). Os cartógrafos que se destacaram foram:

- Henricus Martellus (1490): considerado o último planisfério sem a América.
- Juan de la Cosa (1500): mapeou as viagens de Cabral ao Brasil e de Vasco da Gama às Índias.
- Cantino (1502): mapa de autor desconhecido; o “comerciante” Cantino não foi cartógrafo.
- Martin Waldseemuller (1507): foi o primeiro a empregar a palavra *América*.
- Francesco Rosselli (1508): uso de rede geográfica com paralelos e meridianos.
- Diogo Ribeiro (1529): queda do sistema de Ptolomeu e a introdução da Cartografia de precisão.

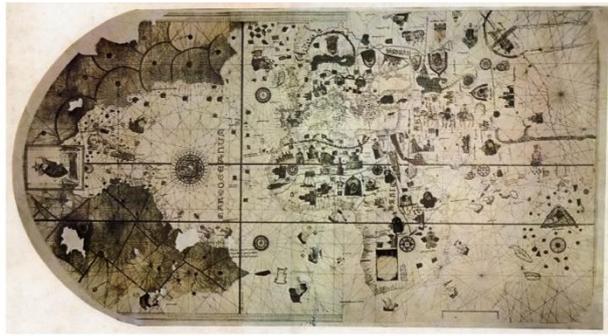
O século XVI foi marcado pela fundação de sociedades científicas na Europa nas quais foram elaborados os primeiros mapas básicos de muitos países, por meio do uso de técnicas de triangulações e de projeções regulares.

Na Holanda, surgiu o mais importante cartógrafo, Gerard Mercator (1512-1594), marco da Cartografia moderna, que a liberou da influência de Ptolomeu, e que desenvolveu o sistema de projeção cilíndrica (Figura 7), em 1559, que leva o seu nome, no qual os paralelos são representados por retas horizontais, e os meridianos por retas verticais - princípios matemáticos fundamentais no processo de transposição da superfície esférica para a plana, com o mínimo de deformação possível.

Figura 6 - Concepção geográfica do mundo de 1490 a 1529.



Martellus 1490



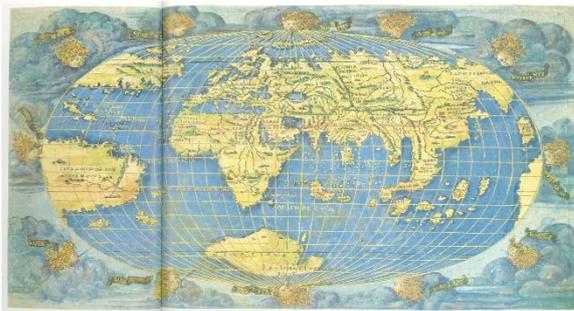
La Cosa 1500



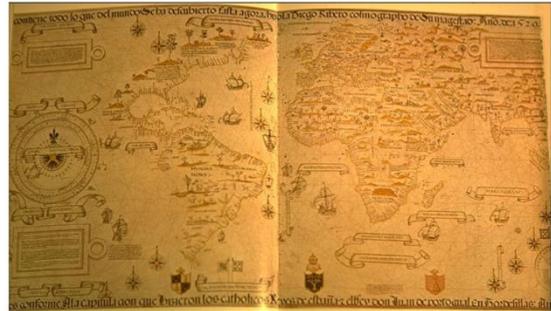
Cantino 1502



Waldseemüller 1507



Rosselli 1508



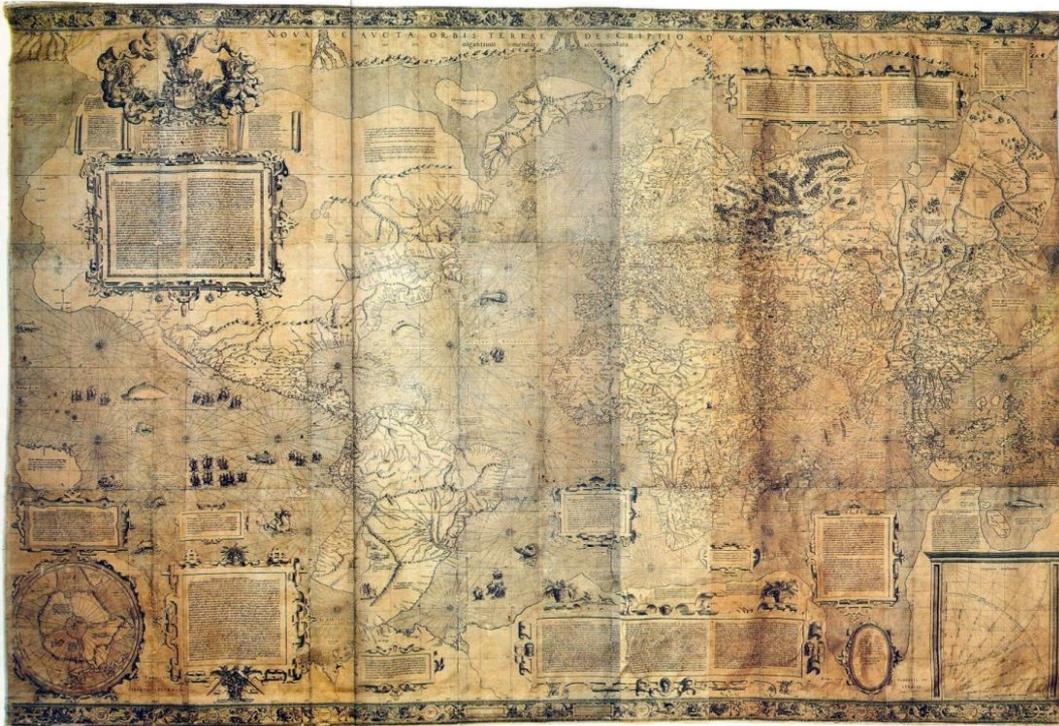
Ribeiro 1529

Fonte: Whitfield, 1994, p. 44 e 48.

No século XVII, o italiano Galileu Galilei (1564-1642) utilizou um *telescópio* (1606) ou *luneta astronômica* que revolucionou a observação dos astros e que refutou, definitivamente, a concepção *clássica* da Terra plana.

O progresso científico na Europa do século XVIII - *Idade da razão* - refletiu-se nos mapas. Os ingleses desenvolveram método para calcular as longitudes por meio do *cronômetro* (1726) e utilizaram o *teodolito* (1787) para realizar levantamentos topográficos de alta precisão por meio do sistema de triangulação, em escala de detalhe. Entretanto, para escalas menores, os mapas do século XVIII utilizavam símbolos pictóricos para representar o relevo, devido a inexistência de técnicas cartográficas precisas.

Figura 7 - Projeção de Mercator.

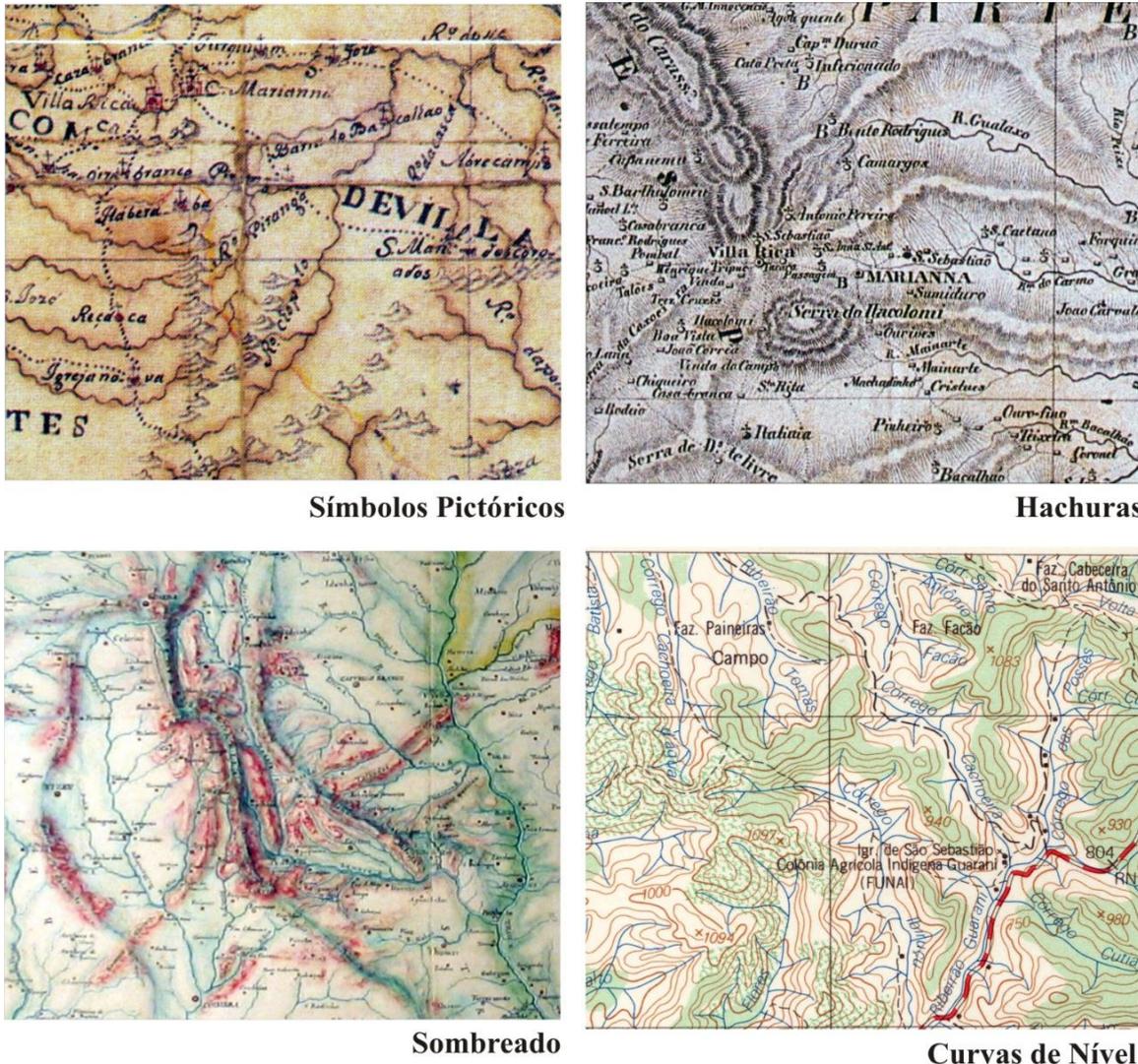


Fonte: Whitfield, 1994, p. 66-67.

No século XIX, com a Revolução Industrial, surgiram os levantamentos topográficos de precisão e o desenvolvimento da litografia, da gravação em cera, da fotografia e da impressão em cores, recursos técnicos de precisão importantes para a sistematização definitiva da Cartografia de base, ou seja, para o desenvolvimento da *Cartografia Sistemática*. Neste período, para representar o relevo, foram desenvolvidas as técnicas de símbolos pictóricos, das hachuras e, em seguida, do sombreado (Figura 8).

No século XX, com o desenvolvimento da fotografia aérea, foi possível representar o relevo com precisão por meio das curvas de nível e dos pontos cotados, método por excelência para a sua representação nas *Cartas Topográficas* (Figura 8). Esta técnica de representação do relevo revolucionou a cartografia no processo de transformação da terceira dimensão real para a segunda dimensão da representação gráfica no plano cartesiano.

Figura 8 - Representação do relevo por meio de símbolos pictóricos, hachuras, sombreamento e curvas de nível.



Fonte: Castro, 2017.

No século XX, com o desenvolvimento da fotografia aérea, foi possível representar o relevo com precisão por meio das curvas de nível e dos pontos cotados, método por excelência para a sua representação nas *Cartas Topográficas* (Figura 8). Esta técnica de representação do relevo revolucionou a cartografia no processo de transformação da terceira dimensão real para a segunda dimensão da representação gráfica no plano cartesiano.

CARTOGRAFIA SISTEMÁTICA

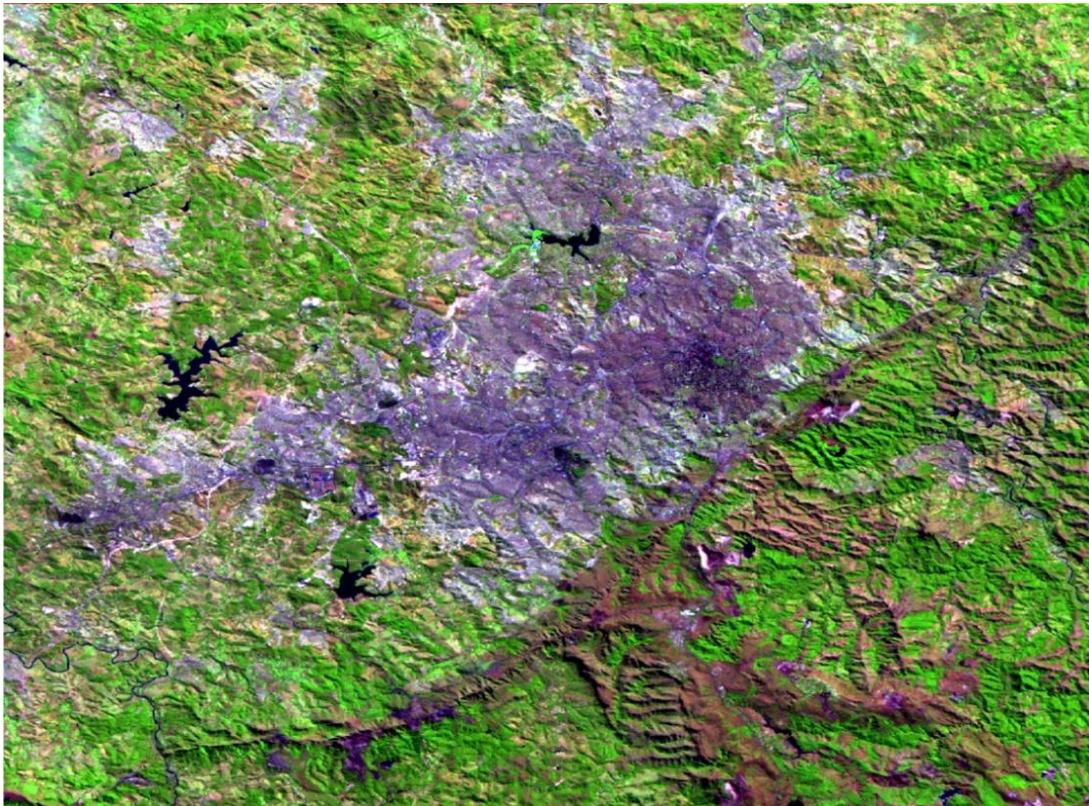
“A Cartografia sistemática consiste na representação do espaço territorial de um país por meio de cartas [topográficas] em diversas escalas, e para fins diversos, gerais,

ou específicos, segundo planos, normas, e padrões estabelecidos.” (Oliveira, 1983, p. 99). No *século XX*, a partir de aerolevantamentos, iniciou-se a elaboração de um mapa-múndi internacional, em escala 1:1.000.000 - a *Carta Internacional do Mundo*, ao milionésimo – CIM; que marca o início da *Cartografia Sistemática* por meio das *séries cartográficas*, de cartas topográficas nas escalas 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, e 1:250.000.

No Brasil, em 1921, foi utilizado um avião para realizar uma cobertura aerofotogramétrica do Distrito Federal, e do morro dos Cabritos, em Copacabana, Rio de Janeiro, na escala 1:50.000. As fotografias aéreas e a aerofotogrametria impulsionaram o mapeamento topográfico de precisão. Foram criados os serviços geográficos nacionais como o IBGE, em 1936, que realizou seu primeiro recenseamento em 1940.

A partir da década de 1970, o lançamento dos satélites artificiais proporcionou uma nova dimensão de observação aérea, surgindo novas possibilidades para o sensoriamento remoto com as imagens de satélite (Figura 9).

Figura 9 - Imagem de satélite Landsat TM-5 do município de Belo Horizonte – MG, 2004.



Fonte: Embrapa, 2004.

Com base nos princípios do sensoriamento remoto e da computação gráfica, surgiram os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) - poderosos recursos de análise espacial - e os sistemas de posicionamento por satélite - GNSS - *Global Navigation Satellite System*. Juntos, eles integram os instrumentos de geoprocessamento, as geotecnologias do século XXI. Assim, concomitante ao desenvolvimento da *Cartografia Sistemática* (OLIVEIRA, 1988; IBGE, 1999; CASTRO, 2012; entre outros), topográfica e de referência, surgiram os primeiros mapas temáticos que proporcionaram o desenvolvimento de metodologias para a *Cartografia Temática* (LE SANN, 1983; MARTINELLI, 1991; CAUVIN *et al.*, 2010; entre outros).

CARTOGRAFIA TEMÁTICA

A *Cartografia Temática* ou *Cartografia Especial*, considerada a *Cartografia* por excelência da *Geografia*, “é entendida como o conjunto de preocupações e operações que visam a representar graficamente um conjunto de dados em uma certa área” (SANCHEZ, 1981, p. 74). Trata-se de “parte da Cartografia que se ocupa do planejamento, execução e impressão de mapas temáticos” (OLIVEIRA, 1983, p. 99).

Entre os séculos XVIII e XIX, ocorreram mudanças conceituais na “representação do que é visto para o que é conhecido de um objeto”, ou seja, “a passagem do código analógico para o código abstrato. [...], a disciplina evoluiu de um sistema simples de ilustrações a um sistema de símbolos completo e independente.” (PALSKY, 1984). Os privilégios dos critérios básicos do mapeamento topográfico, exatidão e semelhança da realidade, passaram para o segundo plano (CAUVIN *et al.*, 2010); “um mapa tinha que, além de ser completo e preciso, ser legível e de fácil comunicação.” (PALSKY, 1984).

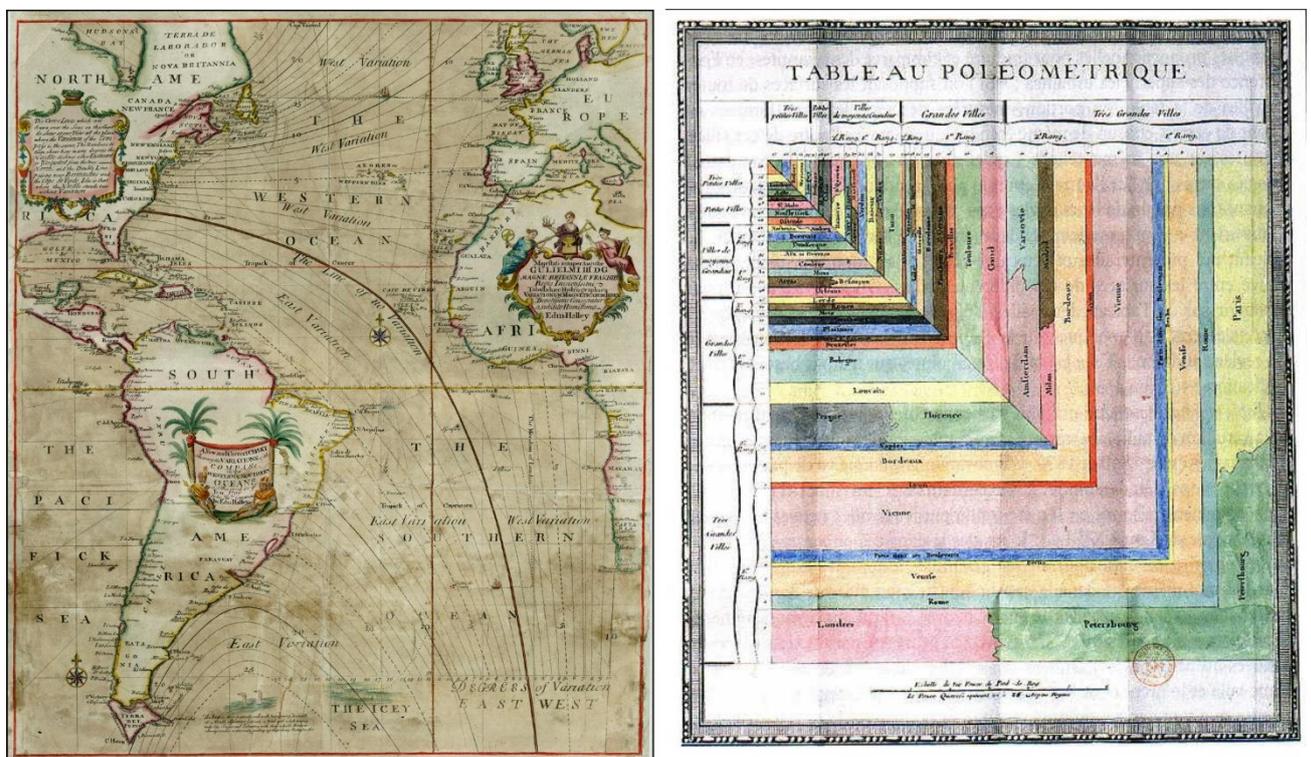
A história da *Cartografia Temática* pode ser encontrada, com riqueza de detalhes, nas publicações clássicas da disciplina (por exemplo, em ROBINSON, 1960 e 1969; RAISZ, 1962 e 1969; CAUVIN *et al.*, 2010; entre outros). Segundo Cauvin *et al.* (2010), Edmund W. Halley é reconhecido como um dos fundadores da *Cartografia Temática*, a partir da publicação, em 1686, do *Mapa dos Ventos Oceânicos*, que representa declinações magnéticas da Terra por meio de isolinhas de igual valor, *mapa isarítmico* (Figura 10a).

No século XVIII, surgiu a técnica de representação de *mapas de quantidades demográficas*, de Charles Louis de Fourcroy (1782), *Table Poléométrique*, utilizando

quadrados proporcionais às áreas urbanas (Figura 10b). Em 1786, Willian Playfair elaborou um gráfico de linhas com a série temporal da balança comercial entre Dinamarca e Suécia, *The Commercial and Political Atlas and Statistical Breviary*; e, em 1801, contribuiu com os princípios da transposição para *círculos proporcionais* à população das cidades.

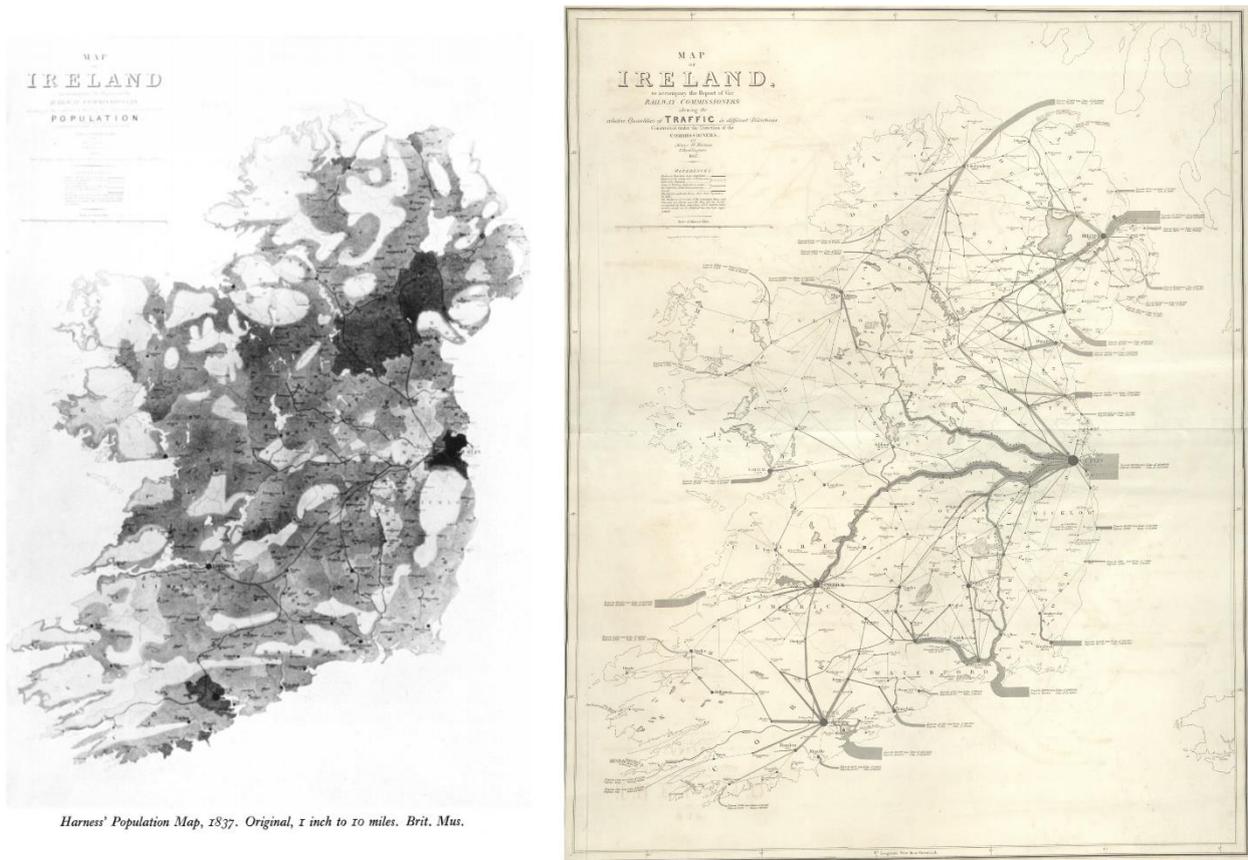
No século XIX, foi publicado o mapa da França, em 1826, por Charles Dupin, que utilizava cores para representar os níveis de educação popular, em *ordem crescente* e em intervalos de classes; foi um dos precursores dos *mapas coropléticos*. Em 1830, Armand Joseph Frère de Montizon propôs um *mapa de pontos* da população da França. Em 1837, surgiram os *mapas dasimétricos de densidade populacional* da Irlanda, por Henry D. Harness, e os primeiros *mapas de fluxos*, Harness (1838) – (Figura 11). Em 1845, Léon L. Lalanne sugeriu os princípios de um mapa de densidades com *isolinhas*, que E. Sydow denominou de *isopleth* (1859) e que foi usado por Niels F. Ravn, em 1857, para a população da Dinamarca e, por Louis L. Vauthier, em 1874, para a população de Paris (CAUVIN *et al.*, 2010).

Figura 10 – a) *Mapa dos Ventos Oceânicos*, de 1686, por Edmund W. Halley; b) *Table Poléométrique*, de 1782, por Charles Louis de Fourcroy.



Fonte: <http://www.raremaps.com/gallery/detail/0012fm;>
[https://historyofinformation.com/detail.php?entryid=3860.](https://historyofinformation.com/detail.php?entryid=3860)

Figura 11 - Mapa dasimétrico da Irlanda, de 1837 e Mapa de fluxos da Irlanda, de 1838, por Harness.



Harness' Population Map, 1837. Original, 1 inch to 10 miles. Brit. Mus.

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Harness_Ireland_Railroad_Map_1838.png.

O século XX foi marcado pela criação de uma *disciplina científica*, principalmente, por Max Eckert (1921), no livro intitulado *Kartenwissenschaft*, no qual o autor estabeleceu inúmeras regras para a Cartografia, que considerava quase como uma ciência e uma disciplina autônoma, bem como, por Eduard Imhof nas pesquisas do Swiss Federal Institute of Technology, em 1925, e por Emmanuel de Martonne da L'École Française de Géographie, em 1934.

Após a Segunda Guerra Mundial, ocorre o renascimento da *Cartografia Temática*, iniciado por Robinson (1952 e 1953) e pela criação do primeiro curso universitário de Cartografia nos EUA, principalmente, na *University of Wisconsin*, por Arthur H. Robinson, *University of Washington*, por J. Sherman e *University of Kansas*, por G. Jenks.

A partir de 1950, a história da Cartografia confunde-se com a descrição das sucessivas tendências conectadas, em graus variáveis, com uma série de avanços

tecnológicos, em particular, com a revolução da *ciência da Computação*, iniciada na década de 1960.

Na Europa, além da escola de Cartografia criada por E. de Martonne em Paris, foram fundadas as seguintes instituições: o ITC - *International Training Centre for Aerial Survey* (Enschede, Holanda em 1950), TUD - *Technische Universität* (Dresden, Alemanha em 1959), FU – *Freie Universität* (Berlim em 1964) e a ECU - *Experimental Cartography Unit* (Reino Unido). Paralelamente, surgiam as associações e revistas cartográficas: *Imago Mundi* (1935), *Surveying and Mapping* (1940), *International Yearbook of Cartography* (1961), *Canadian Cartographer e The Cartographic Journal* (1964), *World Cartography* (1965), *Cartography* (1972), *American Cartographer* (1973).

O surgimento de sucessivos paradigmas, o advento do computador e as conexões com outras disciplinas, influenciaram novos rumos na Cartografia (ROBINSON 1960, 1969; RAISZ 1962; RIMBERT 1964, 1968; ARNBERGER 1966; BERTIN 1967; WITT 1967 e IMHOF 1972). Segundo Cauvin *et al.* (2010), nos trabalhos de Robinson (1952), Wolter (1975) e MacEachren (1995), percebe-se que a Cartografia surge como uma disciplina distinta e separada, pertencendo ao domínio da ciência, uma vez que a cartografia artística mostrou as suas limitações, e que tende para a “padronização de regras de representação gráfica por meio da percepção, ao estabelecer, com base em princípios objetivos, as relações entre a concepção e o simbolismo dos mapas”. A comunicação de informações ao usuário foi definida como a função predominante dos mapas (ROBINSON, 1952), associada à teoria da informação, isto é, “de produtor ou fabricante de mapas”, o cartógrafo passou a ser um comunicador (MORRISON, 1974; WOLTER, 1975). Este processo levou ao desenvolvimento em *Cartografia* de três campos de pesquisa inter-relacionados: *semiótica*, *psicologia* (ou *percepção*) e *educação* (*alfabetização*).

Na França, Jacques Bertin desenvolveu os princípios da *semiótica* e da *psicologia* (BERTIN, 1967), embora outras direções tenham sido tomadas em outras universidades, por exemplo, S. Rimbart, na Universidade de Estrasburgo (RIMBERT, 1968 e 1973). Outros países adotaram a *teoria da informação* e o mapa como *canal de comunicação*, especialmente, no Reino Unido (BOARD, 1967), na Polônia (RATAJSKI, 1977 e 1978), e na Áustria (KRETSCHMER, 1978).

Nos EUA, predominaram os trabalhos sobre *percepção visual* e o estabelecimento de uma educação diversificada e especializada nas universidades (PETCHENIK, 1963 e 1977; MUEHRCKE, 1972; MORRISSON, 1974 e 1977; OLSON, 1975, GILMARTIN, 1981; SLOCUM *et al.*, 2005; entre outros).

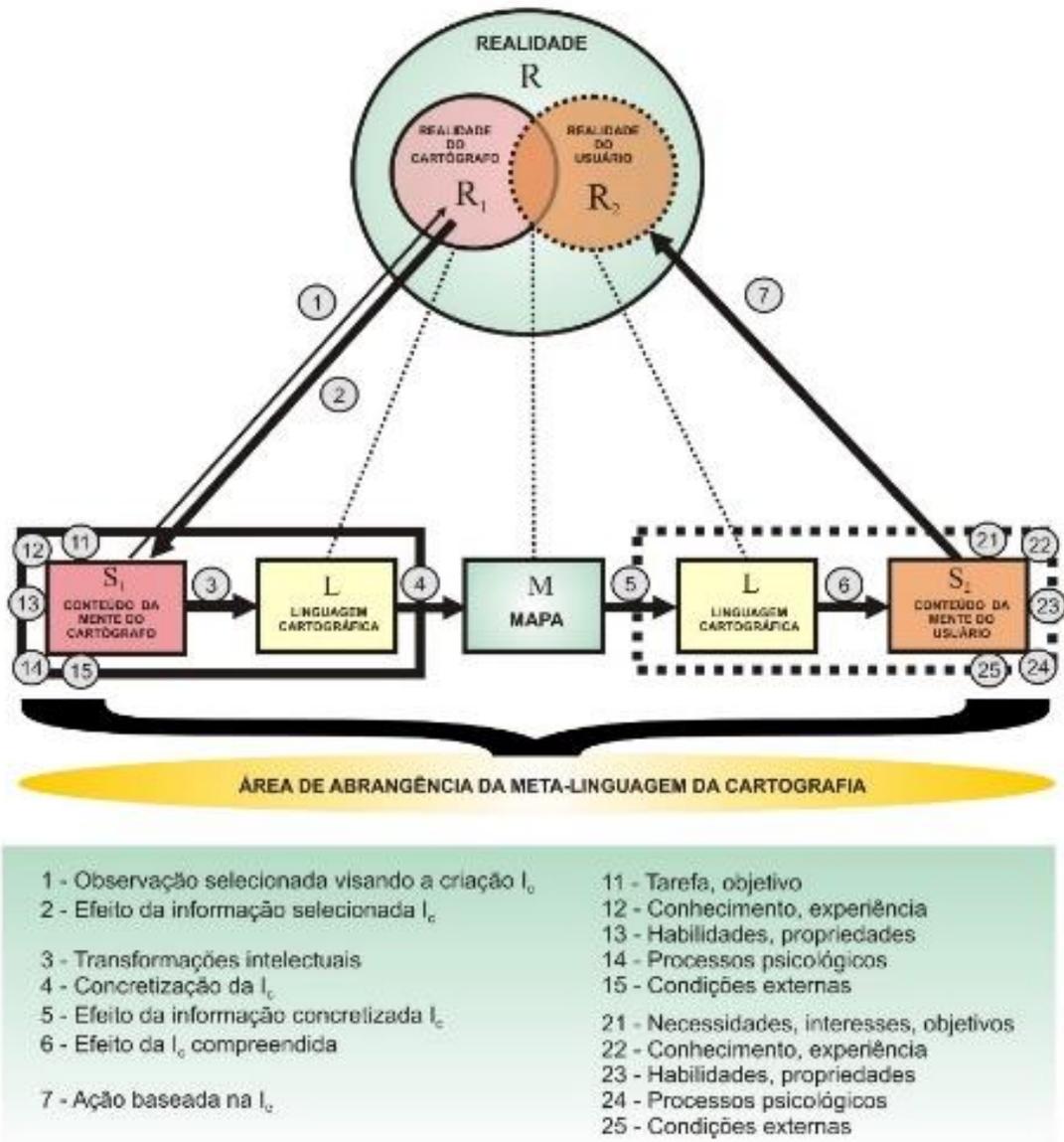
Em 1975, o Congresso de Viena (KRETSCHMER, 1977) marcou o reconhecimento da *Cartografia* como uma ciência e os princípios da *Cartografia Teórica* (KOLACNY, 1971 e 1977). Segundo Kolacny (1994, p. 5), o produto cartográfico não pode atingir seu efeito se o cartógrafo desconsiderar a produção e o consumo de mapa como dois processos independentes... dois componentes de um processo coerente (indivisível), no qual a informação cartográfica se origina, é comunicada, e produz um efeito; esse processo pode ser chamado de *comunicação da informação cartográfica (Ic)* - (Figura 12).

Trata-se de um processo complexo de atividades e operações com circuitos de retroalimentação em vários níveis, sendo que os estágios de 1 a 4 representam a criação do mapa e os estágios de 5 a 7 o seu consumo (KOLACNY, 1994, p. 5).

Para otimizar a *comunicação da informação cartográfica*, filtrando e reduzindo as perdas de informações em todos os pontos do sistema, foram realizadas pesquisas baseadas em *linguística* e *semiótica* (BERTIN, 1967; FREITAG, 1971; PETCHENIK, 1977; OLSON, 1979; MORRISSON, 1974, 1976, 1977), nas quais os diferentes signos usados e percepção visual, requerem uma abordagem experimental ligada à *psicofisiologia* e estabelecem a seguinte regra: “o papel da semiótica como teoria geral dos signos na contemporaneidade da cartografia é semelhante à desempenhada pela teoria da informação e corresponde a um novo paradigma.” (RATAJSKI, 1978).

Assim, dentre as variadas concepções adotadas em *Cartografia Temática*, destaca-se um método que vem sendo utilizado no ensino e na pesquisa geográfica, a *Semiologia Gráfica* (BERTIN, 1967), que consiste *na ciência que estuda os sinais utilizados pelo homem* e que fundamenta-se no *Sistema de Comunicação Cartográfica* (OLIVEIRA, 1978; SIMIELLI, 1986; KOLACNY, 1994; BOARD, 1994; KOEMAN, 1995; PETCHENIK, 1995; entre outros), que estabelece, por meio do mapa, relações cognitivas na representação do mundo real, a partir da concepção do cartógrafo e do usuário do mapa.

Figura 12 – Modelo de Metalinguagem Cartográfica.



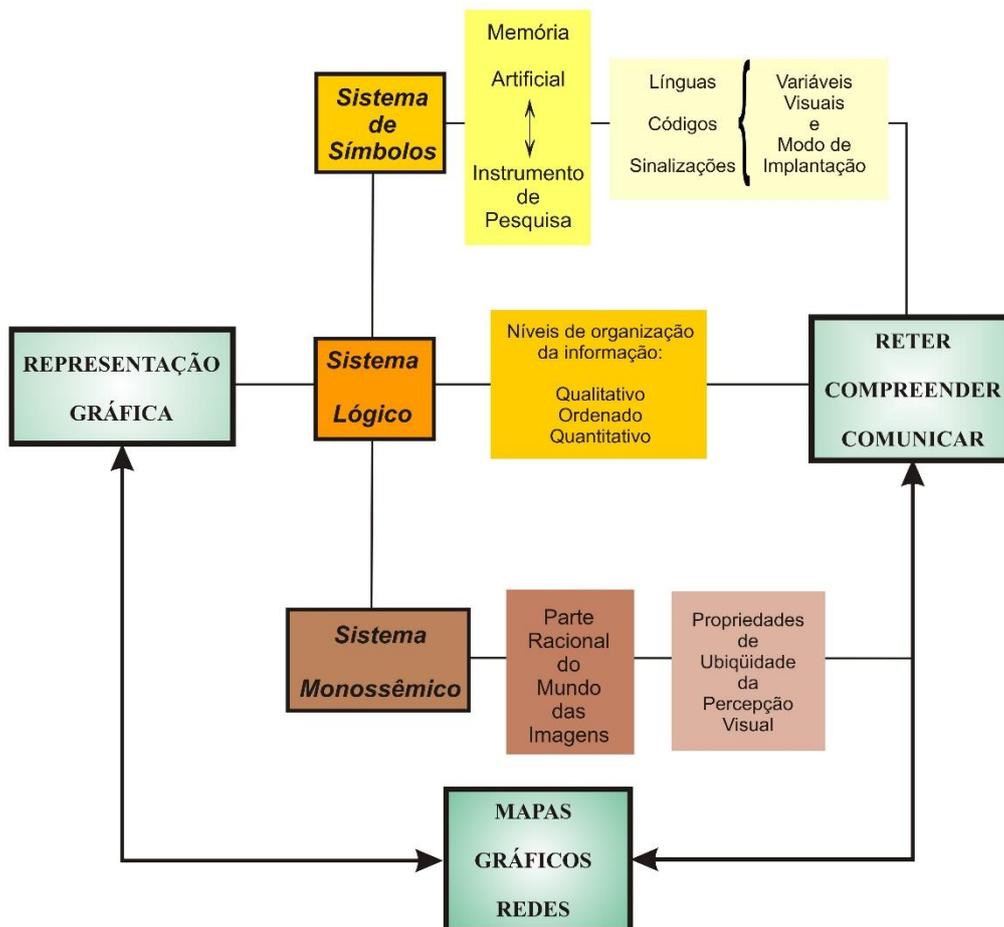
Fonte: KOLACNY (1994, p. 6-7).

Segundo o referido autor, existem sete fatores que agem no processo de comunicação da informação cartográfica:

- R₁** - realidade (o universo) representada como vista pelo cartógrafo;
- S₁** - sujeito que representa a realidade, ou seja, o cartógrafo;
- L** - linguagem cartográfica como um sistema de símbolos do mapa e regras para o uso;
- M** - produto da cartografia, isto é, o mapa;
- S₂** - sujeito que consome o mapa; isto é, o usuário do mapa;
- R₂** - realidade (o universo) como vista pelo usuário do mapa; e,
- I_c** - informação cartográfica.

A *semiologia* (do grego *semeion* = sinal, signo, símbolo), é a ciência que estuda os sistemas de sinais utilizados pelo homem: línguas, códigos, sinalizações, entre outros (BERTIN, 1967). Como parte integrante destes sistemas de sinais, a *representação gráfica* é a parte da *semiologia* que transcreve uma informação por meio de um sistema de símbolos, que exercem dupla função: atuam concomitantemente como memória artificial e como instrumento de pesquisa. Segundo Bertin (1988), a *representação gráfica* é um sistema lógico que faz parte dos sistemas de *símbolos* que o homem construiu para *reter, compreender e comunicar* suas observações. Como linguagem destinada aos olhos, beneficia-se das *propriedades de ubiquidade da percepção visual*, recobrando o universo dos *mapas*, dos *diagramas* e das *redes* (Figura 13).

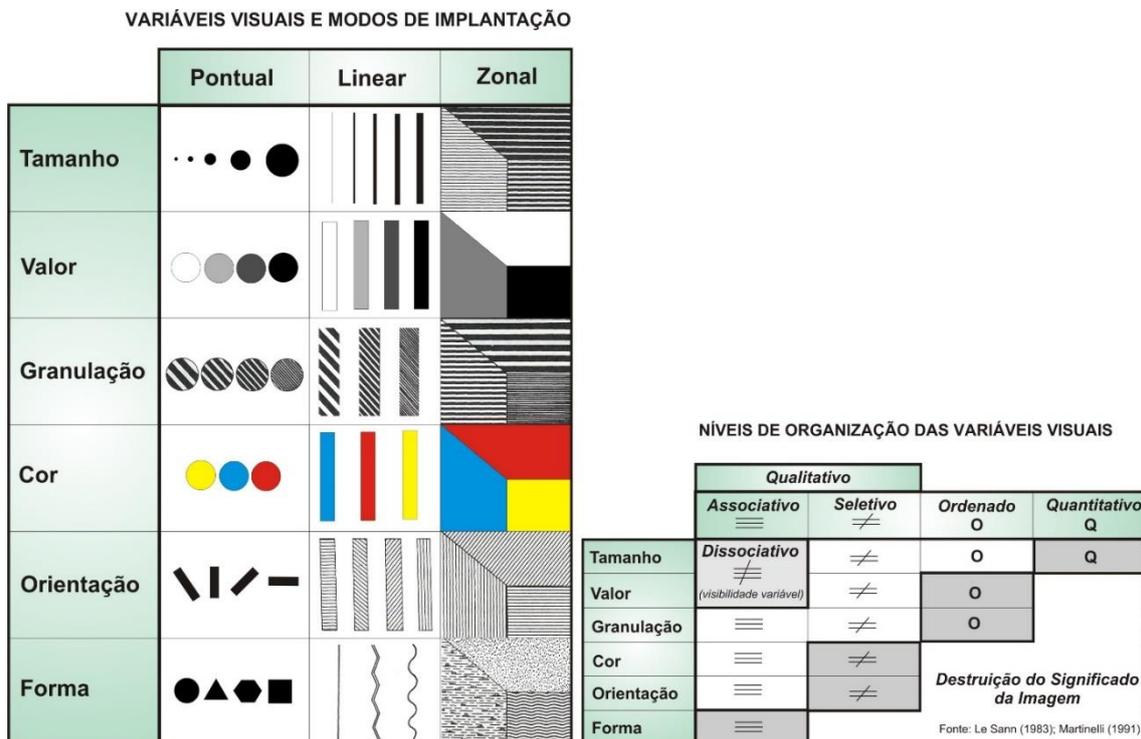
Figura 13 - Fundamentos da Semiologia Gráfica.



Fonte: Interpretação de Castro (1993, p. 67) a partir de Bertin (1988).

Com a finalidade de representar graficamente a informação espacial (ou o *tema*), seja nos aspectos qualitativo, ordenado, ou quantitativo, devem-se explorar variações visuais com propriedades perceptivas compatíveis. A figura visível no plano pode, independentemente do modo de implantação utilizado, variar segundo as seis *variáveis visuais* ou *variáveis da retina*: tamanho, valor, granulação, cor, orientação e forma (Figura 14), cujas variações apresentam propriedades que lhes são peculiares.

Figura 14 – Modos de implantação, variáveis visuais, e níveis de organização de uma informação espacial.

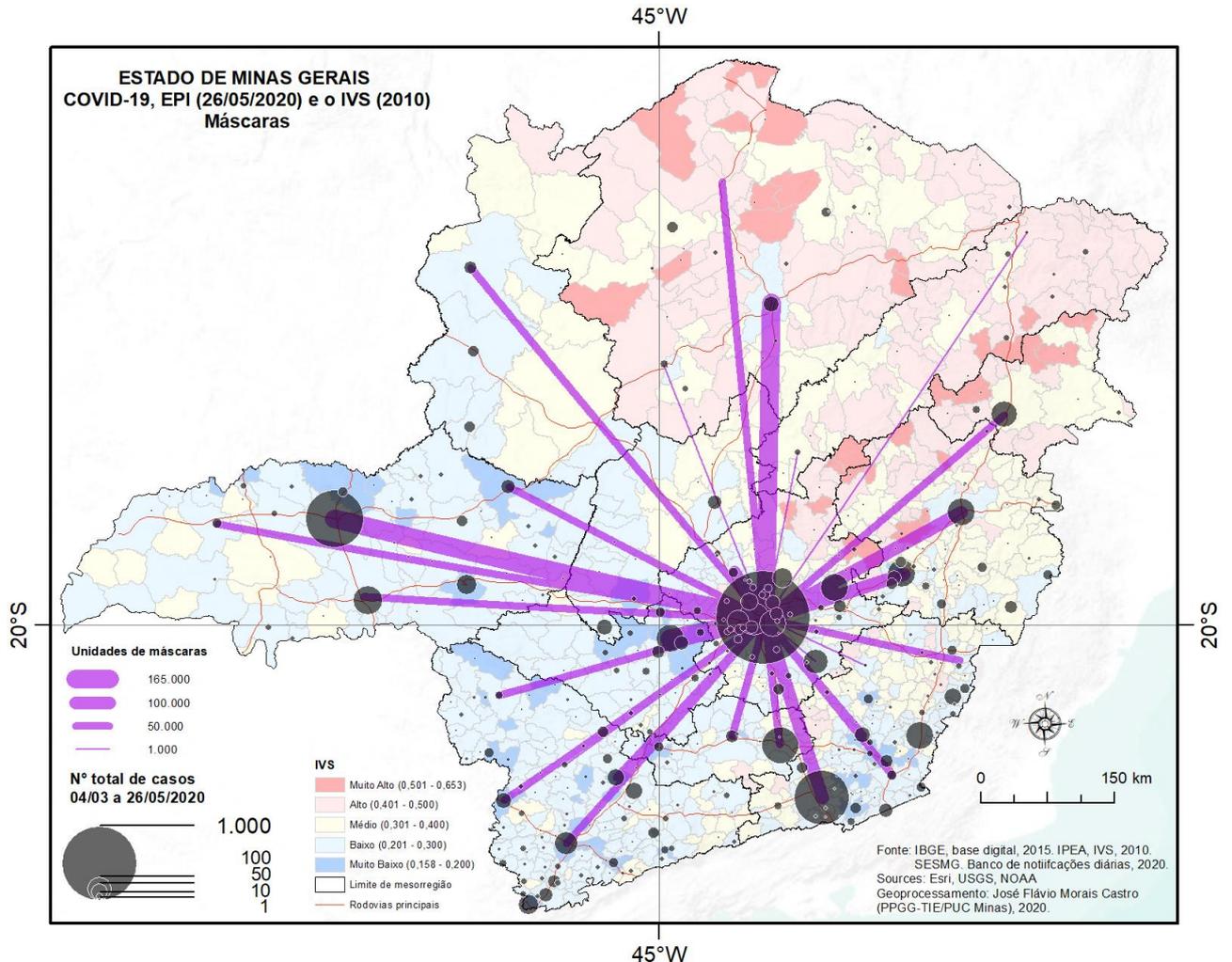


Na *Cartografia Temática* e na *Semiologia Gráfica*, os mapas temáticos elaborados a partir do uso das *variáveis visuais*, permitem identificar dinâmicas e padrões espaciais e temporais. Sua construção por meios digitais é otimizada pelos recursos gráficos que os *softwares* oferecem, especialmente com o uso dos programas (*softwares*) ligados ao geoprocessamento, o *QGIS*® por exemplo.

A Figura 15 representa, como exemplo de aplicação, um mapa temático do Estado de Minas Gerais, por município, elaborado a partir dos fundamentos da *Semiologia gráfica* que associa várias informações temáticas. Sobre o mesmo mapa, foram aplicadas três técnicas de *representação gráfica* (*cartograma coroplético* do Índice de Vulnerabilidade Social – IVS; *Figura Geométrica Proporcional* – FGP, para a covid-19;

e intensidade de fluxo de *Equipamentos de Proteção Individual* - EPI) sobre três referências espaciais (município, mesorregião e rodovia).

Figura 15 – Associação de três técnicas de representação gráfica (cartograma coroplético, FGP e fluxo) sobre três referências espaciais (município, mesorregião e rodovia) em Minas Gerais.



Fonte: Adaptado pelo autor de inteligcolmg.com.br.

Uma linha de pesquisa da *cartografia temática* de grande relevância que surgiu no final do século XX e de inserção social imensurável, foi a *alfabetização cartográfica* (OLIVEIRA, 1978; LE SANN, 1983; SIMIELLI, 1986; PASSINI, 1994; ALMEIDA, 2007; FREITAS e VENTORINI, 2011; entre outros), iniciada no Brasil por Oliveira (1978), que culminou nos estudos, em um primeiro momento, da *Cartografia para crianças*, e, em um segundo momento, da *Cartografia escolar*.

A disciplina *Cartografia Temática* tem sido ministrada na maioria dos cursos de *Geografia* do país, fato que demonstra a sua relevância nas aplicações ligadas ao

geoprocessamento e nas pesquisas geográficas. Entre 1960 e 1975, ocorreu uma renovação tecnológica que impactou na produção dos primeiros mapas baseados em computador (PEUCKER, 1972) e que perdura até os dias atuais.

GEOTECNOLOGIAS: CARTOGRAFIA DIGITAL, SIG E GEOVISUALIZAÇÃO

A partir da década de 1960 surgiram, na *Cartografia* e na *Geografia*, as *geotecnologias* - ou o *geoprocessamento* (RODRIGUES, 1990, p. 1), como o “conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento, e uso, de sistemas que as utilizam, podendo ser classificado em três sistemas: sistemas aplicativos” (sistemas de desenho digital ou da *Cartografia Digital* – MAPINFO e AUTOCAD, sistema de referência – *Global Navigation Satellite System* (GNSS), sistemas de tratamento de imagem de satélite etc.), “sistemas de informações” (Sistemas de Informações Geográficas - SIGs: *softwares* como ARCGIS, QGIS, IDRISI, SPRING etc.) e “sistemas especialistas (sistemas computacionais que demandam a inteligência humana)”.

Na maioria dos casos, os trabalhos geográficos envolvem aplicações metodológicas com o uso dos dois primeiros sistemas, de formas integrada e interativa, para fins de *análise espacial*.

A *análise espacial*, entre outros objetivos e no nível mais elementar, consiste no estudo das distribuições e das relações das diversas atividades no espaço, podendo ser realizada e representada, entre outras formas, por meio de métodos e técnicas da *Cartografia Digital* e dos *Sistemas de Informações Geográficas* (SIGs) – (BERRY e MARBLE, 1968; UNWIN, 1981; MARBLE e PEUQUET, 1983; BURROUGH, 1986; BLAKEMORE, 1987; TOMLIN, 1990; TOMLINSON, 1990; MAGUIRE *et al.*, 1991; CROMLEY, 1992; CLARKE, 1995; FOTHERINGHAM e ROGERSON, 1995; MARTIN, 1996; entre outros).

CARTOGRAFIA DIGITAL

A utilização do computador na Cartografia teve início por volta de 1959 nas pesquisas de Waldo Tobler, a partir da publicação do artigo intitulado *Automação e Cartografia* (TOBLER, 1959), que evoluiu, em 1961, para o conceito de *Cartografia Analítica* (TOBLER, 1961; CLARK, 1995), como *um ramo da cartografia destinado a resolver problemas espacialmente distribuídos na superfície da Terra*. Uma outra

concepção importante que surgiu no período, foi o conceito de *metacartografia* (BUNGE, 1962), como um domínio científico e que pode fornecer elementos para entender *como os mapas revelam as propriedades espaciais de um determinado fenômeno*. Ambos os conceitos ofereceram as bases fundamentais para o desenvolvimento de um SIG e, conseqüentemente, para a *análise espacial* (BERRY e MARBLE, 1968; UNWIN, 1981; FOTHERINGHAM e ROGERSON, 1995; entre outros).

A *Cartografia Digital, Digital Cartography* ou *Computer Cartography* (TOBLER, 1959 e 1976; BLAKEMORE, 1987; CROMLEY, 1992; CLARKE, 1995; entre outros) fundamenta-se em conceitos como: matriz geográfica, escala de mensuração, projeções cartográficas, distribuições espaciais contínua e discreta, modos de implantação em ponto - linha - área, representação bi (x, y) e tridimensional (x, y, z) etc. (MONKHOUSE e WILKINSON, 1952; TOBLER, 1959, ROBINSON e SALE, 1969; RAISZ, 1969; LIBAULT, 1975; OLIVEIRA, 1988, entre outros). Portanto, a cartografia clássica constitui a base da *cartografia digital*, e envolve sistemas computacionais, *softwares*, contendo recursos de entrada, armazenamento, e de editoração gráfica de dados espaciais, do tipo CAD (*Computer Aided Design*).

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIGs)

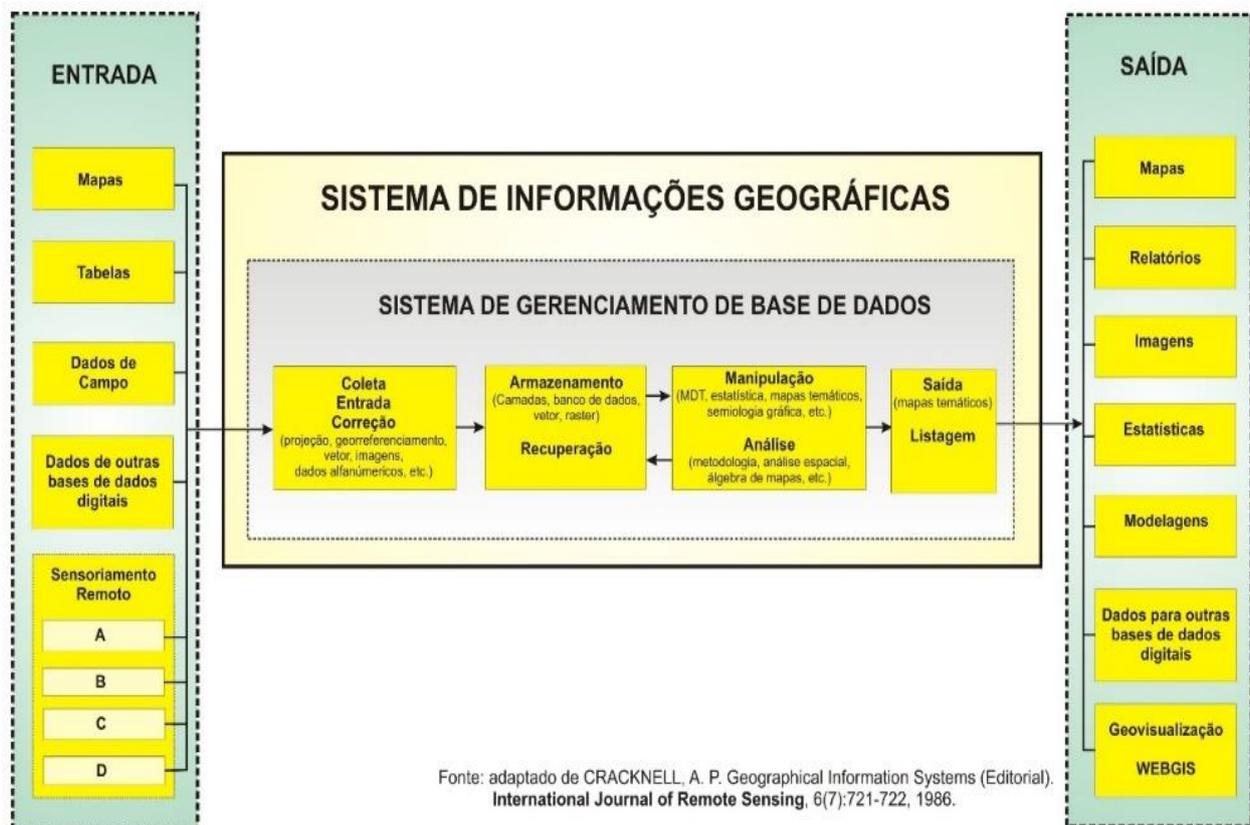
Os *Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)*, ou *Geographic Information Systems (GIS)*, surgiram no Canadá em meados dos anos 1960 (LONGLEY *et al.*, (2013, p. 17) e, tradicionalmente, apresentam, na sua estrutura, a integração de quatro sistemas digitais: Cartografia Assistida por Computador (*Computer-Aided Design - CAD*), *Cartografia Automatizada (Computer Aided Mapping System - CAMS)*, Gerenciamento de Banco de Dados (*Data Base Management Systems - DBMS*) e Sensoriamento Remoto, sendo sintetizados na forma de três diferentes e interligados pontos de vista, que são: mapas, banco de dados, e *análise espacial* (MAGUIRE *et al.*, 1991, p. 12).

Segundo MARBLE (1990, p. 10), um SIG contém quatro funções (Figura 16):

- a) *Subsistema de entrada de dados*: coleta e/ou processa dados espaciais derivados de mapas já existentes, sensores remotos etc.;

- b) *Subsistema de armazenamento e recuperação de dados*: organiza dados espaciais de forma que permita ao usuário sua recuperação rápida para análise subsequente, bem como permita rápidas e precisas revisões e correções na base de dados espaciais;
- c) *Subsistema de manipulação e análise de dados*: executa uma variedade de tarefas, tais como: mudanças na forma dos dados por meio de regras de agregação fornecidas pelo usuário ou que produza estimativas para variadas otimizações espaço-tempo ou modelos de simulação;
- d) *Subsistema de representação de dados*: capaz de apresentar a base de dados original, bem como dados manipulados a partir de modelos espaciais na forma de mapa ou tabela.

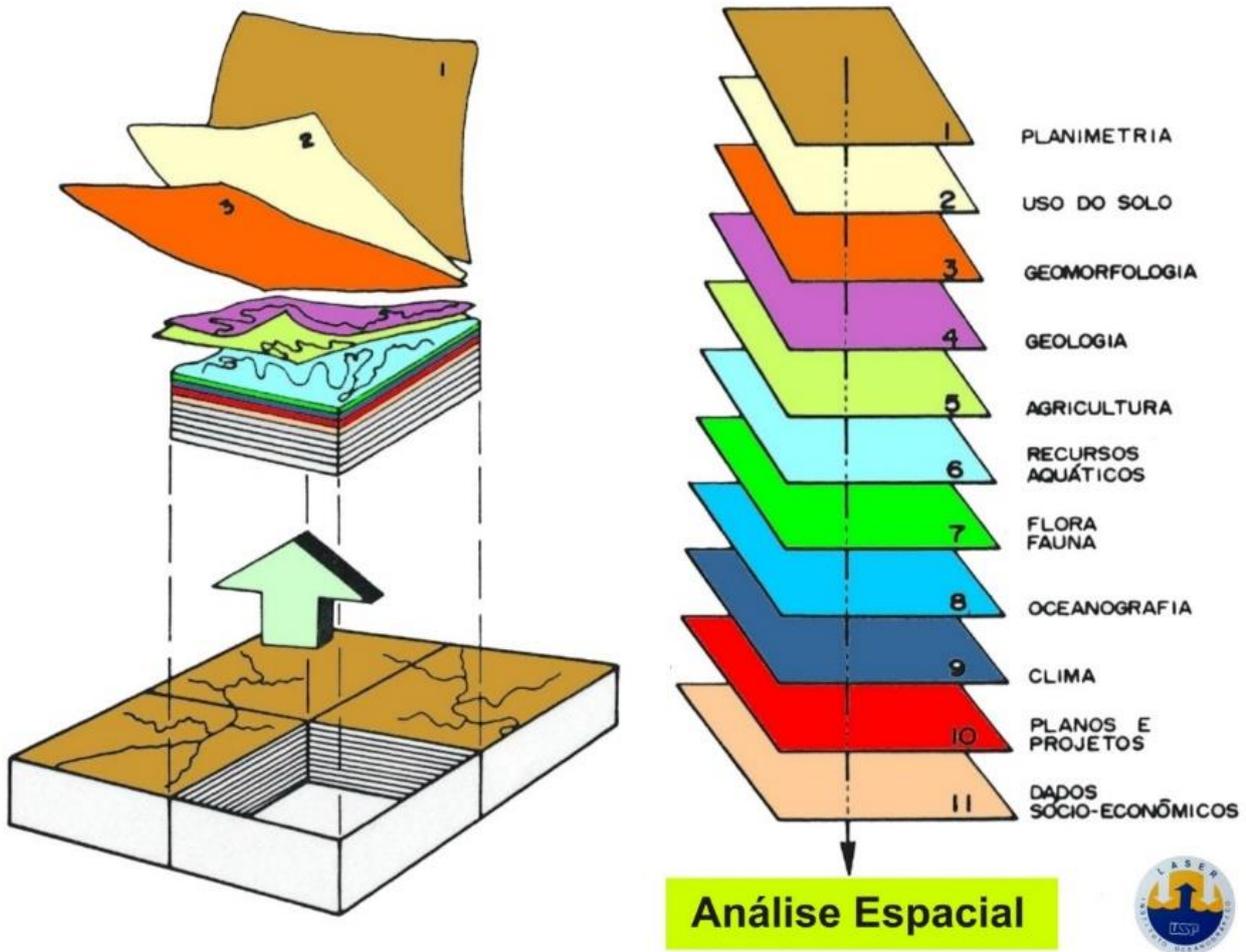
Figura 16 – Estrutura clássica de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).



As informações espaciais utilizadas em SIGs e estruturadas na forma de *layers* (camadas) - (Figura 17), ou *dados georreferenciados*, *dados geográficos* (DANGERMOND, 1990, p. 34; CÂMARA *et al.*, 1996, p. 37), podem apresentar características que envolvem três escalas de análises: *não-espaciais* (nome e tipo), *espaciais* (geometria e topologia), e *temporais* (tempo), que se interrelacionam e respondem, respectivamente, a três perguntas fundamentais: *o que*, *onde* e *quando*. Estes dados descrevem *fatos*, *objetos* e *fenômenos do globo terrestre associados à sua localização sobre a superfície terrestre*,

em um certo instante ou período, cuja distribuição espacial pode manifestar-se em uma, duas ou três dimensões (PEUQUET, 1994, p. 448).

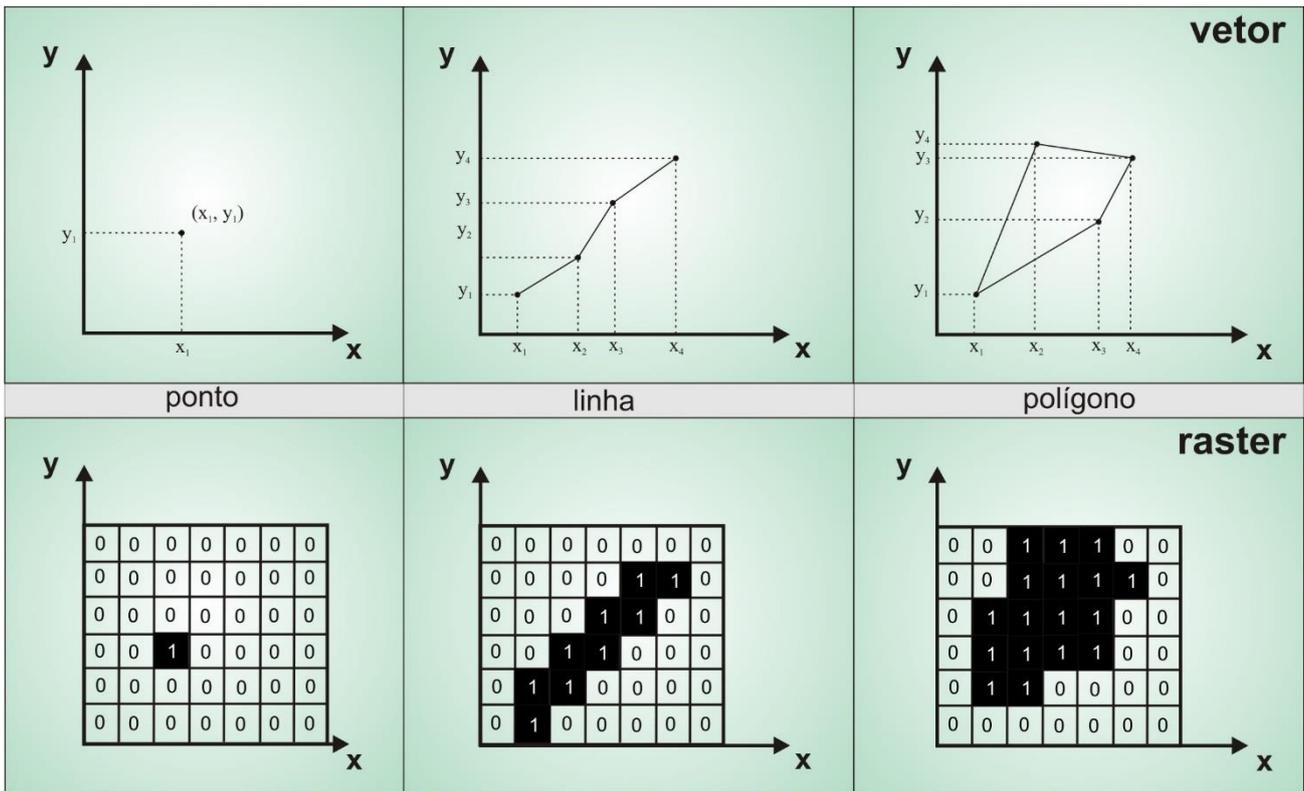
Figura 17 – Organização de dados na estrutura de *layer* (camada) para fins de análise espacial.



Fonte: adaptado pelo Autor de Herz, Castro e Bonetti (1991).

O processo de conversão da informação espacial na forma digital é realizado por meio das técnicas de *geocodificação* (*Geocoding*), nas quais os dados geográficos são identificados como *entidades cartográficas* (fotografada, medida, amostrada, ou coletada) e convertidas para *objetos cartográficos* (CLARK, 1995, p. 49); tais domínios tem características de pontos, linhas e áreas, e podem ser agrupadas segundo duas classes: *vetor* e *raster* (*matriciais* ou *varredura*) – (Figura 18).

Figura 18 – Modo de implantação pontual, linear e zonal, vetor e raster.

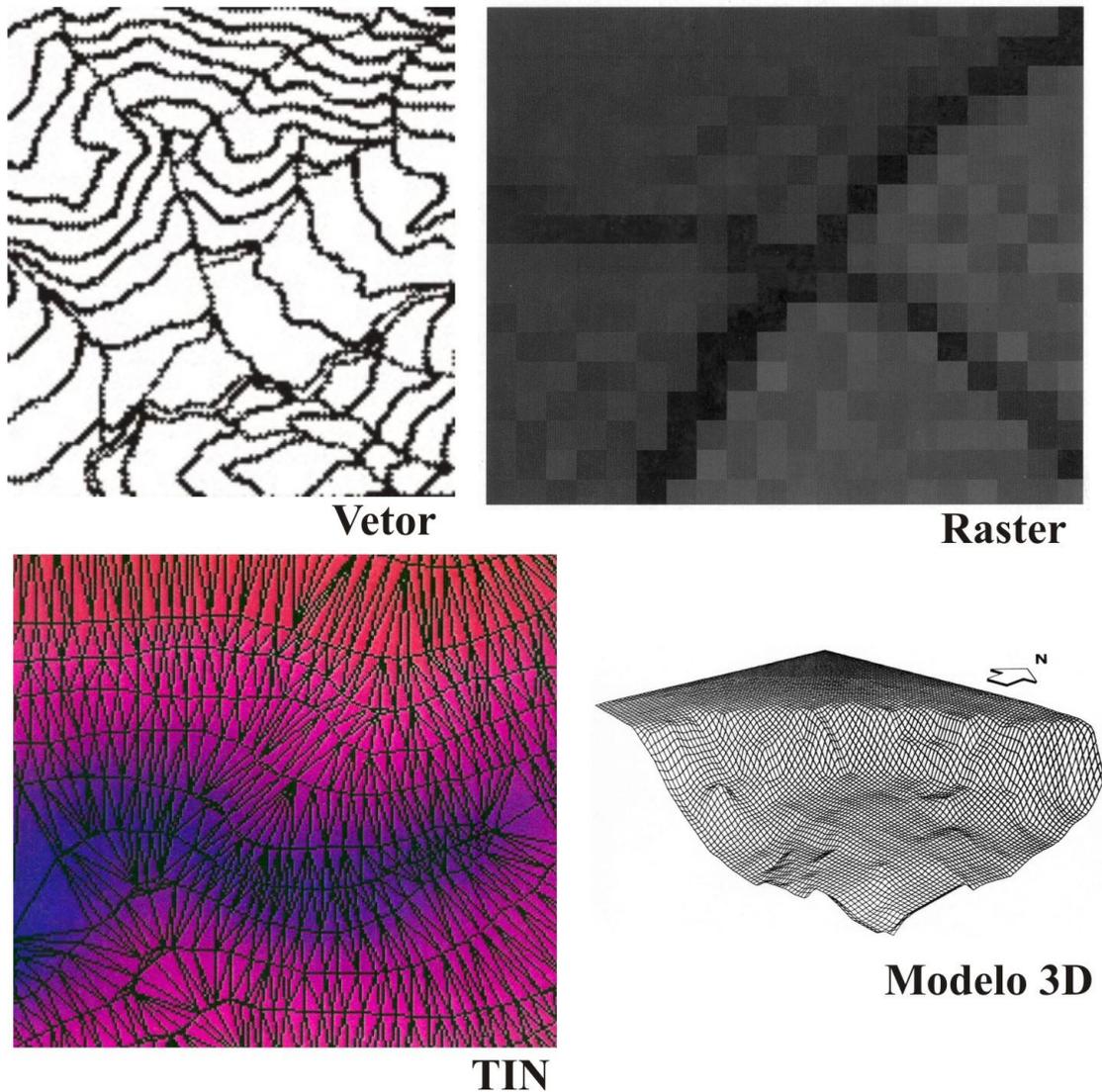


Fonte: adaptada pelo Autor de Burrough (1986); Rodrigues (1990).

Nas *representações vetoriais*, associa-se a um ponto um par de coordenadas. Nestas representações, o espaço é contínuo e permite que as posições, distâncias e áreas sejam definidas com precisão. Nas *representações raster* (matricial ou varredura) a referência espacial é estruturada por códigos de localização das células, em uma malha quadrangular, sobre as quais incidem pontos, linhas e áreas, discretizados por meio de uma matriz binária, onde a menor unidade lógica é um *pixel*, ou uma célula única da grade (RODRIGUES, 1990).

No SIG, as representações vetoriais e *raster* são modeladas em um *Modelo Digital de Elevação – MDE*, que pode ser definido, segundo Teixeira e Christofoletti (1997, p. 84), como a *representação digital de um modelo numérico da superfície da Terra, obtido a partir de um conjunto de coordenadas (x, y, z) de pontos distribuídos no terreno*. Nesse modelo, o relevo é transformado em estruturas digitais que permitem variadas manipulações: *vetor, raster, Triangular Irregular Network (TIN)*, e modelo 3D (Figura 19).

Figura 19 - Representação do relevo por meio de vetor, *raster*, TIN, e modelo 3D.



Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

No processo de conversão de informações espaciais em um SIG, quatro características dos dados geográficos são consideradas: *localização* (latitude/longitude), *volume* de dados, *dimensão* (ponto/linha/área ou escalas nominal/ordinal/intervalo/razão) e *continuidade*. Estes dados apresentam propriedades diretamente relacionadas à estrutura do dado cartográfico, quanto ao *tamanho*, *distribuição*, *padrão*, *vizinhança*, *contiguidade*, *forma* e *escala*.

GEOVISUALIZAÇÃO

Os anos de 1990 a 2006 foram marcados pelo surgimento de conceitos vinculados à *visualização cartográfica*, à *visualização científica* e à *geovisualização*.

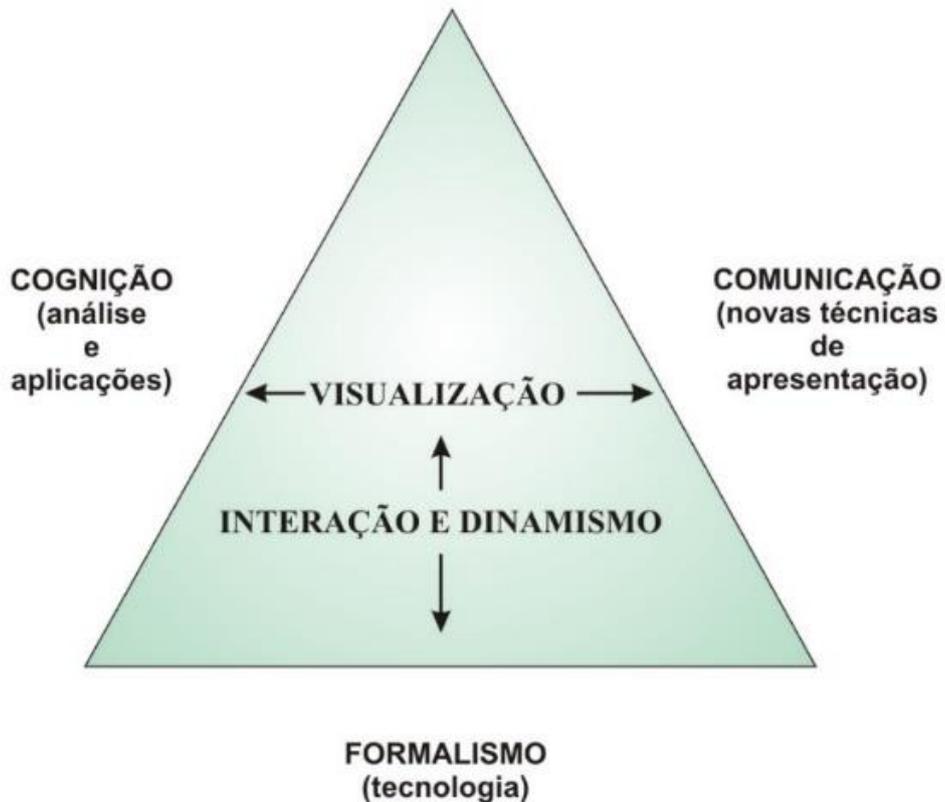
A *visualização cartográfica*, ou *visualização geográfica*, (McCORMICK *et al.*, 1987; VAUGHAN, 1994; WOLFMAN, 1994; VAUGHAN, 1994; WOLFMAN, 1994; CARTWRIGHT *et al.*, 1999; MACEACHREN, 1995; PETERSON, 1995; CARTWRIGHT *et al.*, 1999, SLUTER, 2001; entre outros), surgiu em decorrência dos avanços das técnicas computacionais, tornando-se uma alternativa de exploração dinâmica e interativa dos bancos de dados digitais, produzidos pela *cartografia digital* e pelos *SIGs*.

Dentre as técnicas de visualização cartográfica, no início, surgiu a *multimídia*, que é definida como o conjunto de textos, imagens, sons, animações, interações e vídeos (VAUGHAN, 1994 e WOLFMAN, 1994). Ganhou notoriedade a partir de meados da década de 1980, principalmente com os adventos do CD ROM e da *World Wide Web* (WWW). Peterson (1995), a dividiu em três grupos, conforme o nível de interatividade: (a) Atlas Eletrônicos - combinam recursos de multimídia com a visualização e mapas; (b) Mapas para navegação pessoal – permitem ao usuário obter informações sobre rotas; e, (c) Mapas para análise de dados – sistemas interativos que permitem ao usuário estabelecer classificações, generalizações, entre outras funções.

Outro modelo de *visualização cartográfica* foi proposto por Taylor (1994) *apud* Longley *et al.* (2005, p. 50), no qual os aspectos básicos da cognição (análise e aplicações), da comunicação (novas técnicas de apresentação) e do formalismo (tecnologia) estão interligadas em visualizações interativas, e podem ser utilizadas de três formas: a primeira, para informações espaciais presentes; a segunda, para manipular analisar dados conhecidos; e, a terceira, para explorar dados desconhecidos (Figura 20).

Portanto, a *visualização cartográfica* consiste na criação de imagens gráficas por computador, que exibem dados multidimensionais. Trata-se de um método digital que incorpora coleta de dados, organização, modelagem e representação; é baseada na habilidade humana para impor ordem (hierarquia), e identificar padrões e dinâmicas espaciais.

Figura 20 – Modelo conceitual da Visualização Cartográfica.



Fonte: Taylor (1994) *apud* Longley *et al.* (2005, p. 50).

Interatividade e animação são palavras-chave no processo de visualização cartográfica. Segundo Peterson (1995), o mapa interativo é uma forma de apresentação de mapa digital que permite visualizar lugares e distribuições espaciais e estabelecer interfaces intuitivamente, fundamentado em símbolos gráficos e em um dispositivo para exibição de mapas, simultaneamente, contendo comandos para produzir zoom e explorar diferentes áreas por meio de vídeos, imagens e sons.

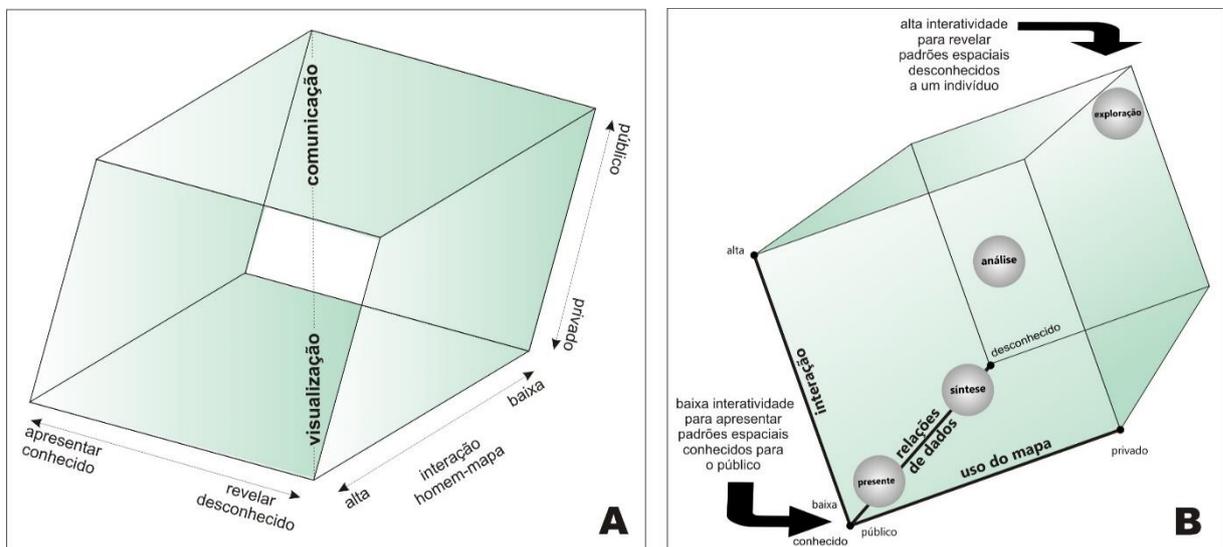
Usando técnicas de *visualização cartográfica*, o usuário pode determinar: a localização de uma feição ou atributo, suas características, as relações entre feições de várias camadas, identificar a existência de anomalias nos dados e avaliar mudanças temporais (SCHMIDT *et al.* 2007).

MacEachren (1995), desenvolveu um modelo tridimensional de interação espacial homem-mapa, que define a aplicação alternativa para *comunicação* e *visualização*. As dimensões das interações espaciais são definidas por uma tríade contínua: o uso do mapa privado (para um indivíduo), público (para um público amplo),

em revelações desconhecidas (para explorações), com alta interação, e em revelações conhecidas (para apresentações), com baixa interação (Figura 21a). Segundo o referido autor, não existe um limite definido na interação homem-mapa tendo em vista que a visualização envolve alguma comunicação, e vice-versa; a distinção está na ênfase.

Kraak e Ormeling (2010, p. 3), adaptaram o modelo de MacEachren (1995, p. 358), acrescentando tempo, síntese, análise e exploração. Segundo os referidos autores, em um eixo, o pensamento visual *privado* refere-se à situação na qual os usuários exploram e analisam os dados, e a comunicação visual pública, os usuários apresentam os resultados para um público amplo. O primeiro eixo descreve as circunstâncias de exploração e o segundo apresenta as circunstâncias. Ao longo dos outros dois eixos, a revelação do *desconhecido* versus a apresentação do *conhecido*, respectivamente, *alta* versus *baixa* interação com o usuário, são tramadas. As possibilidades de interação são impulsionadas pelo advento da *Internet* e seu potencial para consultar os bancos de dados associados aos mapas apresentados (Figura 21b).

Figura 21 – Modelos de *visualização* segundo a) MacEachren (1995, p. 358), e b) Kraak e Ormeling (2010, p. 3).



Fonte: adaptado pelo autor de MacEachren (1995, p. 358), e Kraak e Ormeling (2010, p. 3).

Do ponto de vista cartográfico, uma síntese das tendências acima resulta em *geovisualização*. Segundo Dykes, MacEachren e Kraak (2005) *apud* Kraak e Ormeling (2010, p. 169):

geovisualização integra abordagens de visualização científica, cartografia (exploratória), análise de imagens (uma técnica utilizada na interpretação de imagens de satélite), visualização de informações, análise de dados exploratórios (EDA) e sistemas de informação geográfica (GIS) para fornecer teoria, métodos e técnicas para exploração visual, análise, síntese e apresentação de dados geoespaciais (qualquer dado com referência).

De forma abrangente, segundo Cauvin *et al.* (2010), a “geovisualização implica em múltiplas representações de grandes e complexos conjuntos de dados em tempo real. A visualização científica georreferenciada ou geovisualização” consiste em representações visuais concretas para revelar contextos e problemas espaciais, e baseia-se no conhecimento dos processos cognitivos e na interação homem-computador, com o uso *online* de mapas, permitindo explorar a informação de forma dinâmica. Para obter mapas *eficientes* e não mais *ótimos*, dois processos relacionados devem ser melhorados: *percepção visual* e *pensamento espacial*.

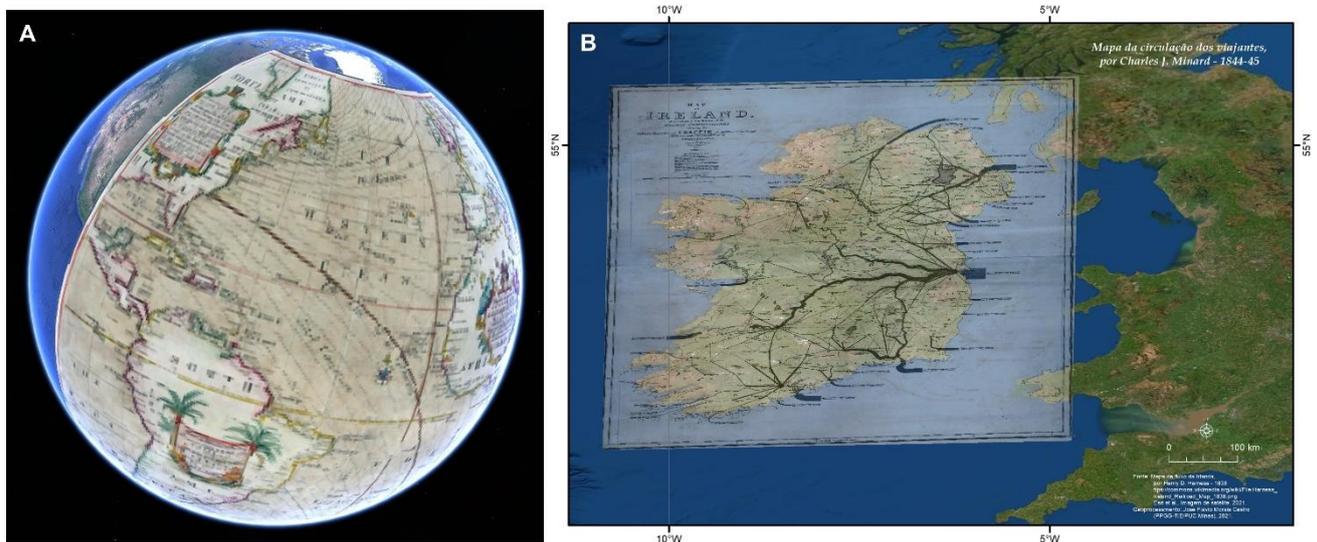
Assim, um importante recurso de interação entre *Cartografia* e geotecnologias, segundo Castro (2011), foi o desenvolvimento do *Google Earth*[®], por volta de 2005, para o manuseio de informações geográficas, o que gerou um ganho na padronização dos dados geoespaciais para a Web; em seguida, foi criado o padrão KML (*Key-Hole Markup Language*) para ser a base de dados do *Google Earth*[®].

Plewe (2007, p. 133), identificou quatro *gerações* das tecnologias de mapeamentos na web: a *primeira geração*, *softwares* desenvolvidos pela *Xerox PARC Map Server* (1993) e *Tiger Mapping Service* (1995), popularizado pela *MapQuest* (1996), foi fundamentada em protocolos simples da web, baseada em mapas estáticos e interfaces *HTML*, de clique único e com funções limitadas; a *segunda geração*, envolveu tecnologias como *DHTML*, *Java* e *ActiveX* baseadas em interatividade e funcionalidade; foi empregada a tecnologia de *software* em *servidor* como *Argus* (1995, adquirido pela *Autodesk* para se tornar *MapGuide*) e *Intergraph Geomedia Web* (1996) ou *ESRI ArcIMS* (1997); ou seja, as *WebGIS* - com recursos de navegação em mapas e consultas avançadas; a *terceira geração*, popularizada pelo *Google Earth*[®] (2001), utilizava *Javascript* e *XML* assíncrono (*AJAX*), tendia a ser mais simples, mais atraente, e com interfaces mais intuitivas, como por exemplo, o *ArcGIS Server 9.2.*; e, a *quarta geração*, especialmente com o *Google Maps*[®] (2005), oferecia o mapa mais dinâmico e interativo,

tornando a navegação contínua e intuitiva, permitindo aos usuários criar e contribuir com seu próprio conteúdo, por exemplo, mapas elaborados no *ESRI ArcGIS Explorer*. Uma **quinta geração** de mapas na *web* foi identificada por Tsou (2011, p. 251), constituída pela computação em nuvem, com aplicações pela internet, que permite criar e compartilhar os próprios mapas e dados geoespaciais *online*. Segundo o referido autor, a terceira e a quarta geração permitem que qualquer pessoa desenvolva e compartilhe o conteúdo, e que seus recursos estão produzindo um novo usuário no mercado de mapeamento, o *consumidor-cartógrafo* (PLEWE, 2007, p. 134).

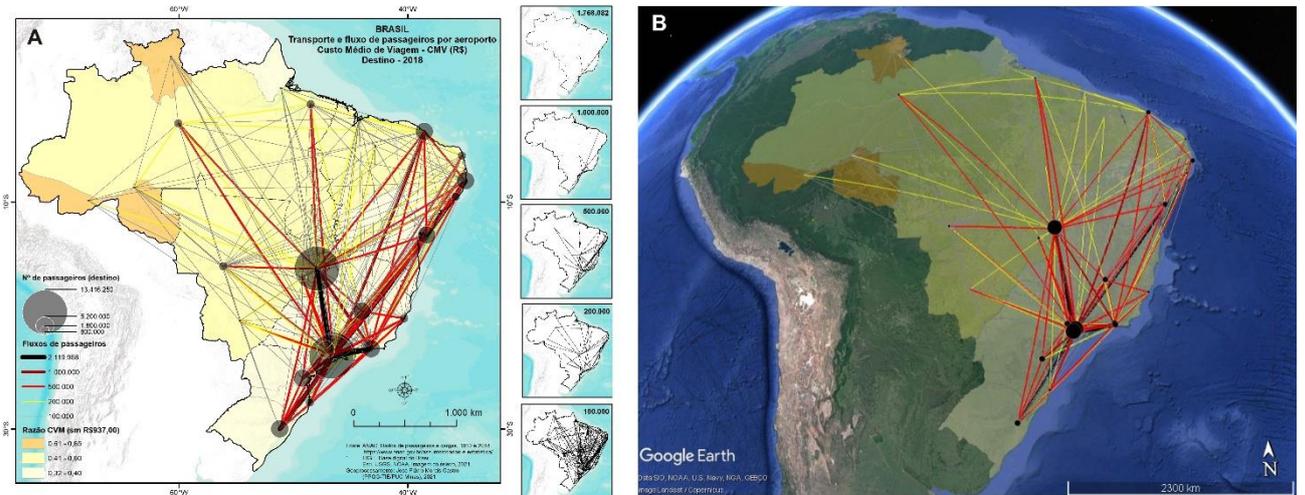
Para exemplificar alguns dos múltiplos recursos dos *softwares* de *geovisualização* e de mapas georreferenciados no *ArcGIS*[®] e exportados para o *Google Earth*[®], foram elaborados alguns mapas que marcaram a história da *Cartografia Temática: Mapa dos Ventos Oceânicos*, publicado em 1686, por Edmund W. Halley (Figura 22a) e *Mapa de Fluxos da Irlanda*, em 1838, elaborado por Henry D. Harness (Figura 22b); e, a semiologia gráfica, por meio do uso do *mapa exaustivo* (a) e de *coleção de mapas* (b), e a sua aplicação no *Google Earth*[®] (Figuras 23a e b).

Figura 22 – a) *Mapa dos Ventos Oceânicos*, publicado em 1686, por Edmund W. Halley;
b) *Mapa de fluxos da Irlanda*, em 1838, por Henry Harness.



Fonte: <http://www.raremaps.com/gallery/detail/0012fm> -
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Harness_Ireland_Railroad_Map_1838.png. (mapa georreferenciado pelo autor, 2020).

Figura 23 – a) exemplo de mapa temático, *exaustivo e coleção de mapas*, do Brasil; e b) geovisualização em *Google Earth*®.



Fonte: mapa georreferenciado no *Google Earth*® pelo autor (2020).

A técnica de *geovisualização* de mapas permite ao usuário, a partir do banco de dados produzido em SIG, realizar variadas manipulações, associações e interações de informações espaciais. Além destes aspectos, estes recursos digitais podem exercer importante alternativa didático-pedagógica, especialmente para professores, criando-se metodologias de ensino de Cartografia, Geografia e História, entre outras atividades, por meio da WEB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram discutidos os principais eventos que marcaram a *História da Cartografia*, sistemática e temática, e a sua importância para as geotecnologias, com destaque para os fundamentos da *semiologia gráfica* e sua aplicação na *cartografia digital*, no SIG e na *geovisualização*.

Ficou evidenciada a importância que a *comunicação cartográfica*, em geral, e a *semiologia gráfica*, em particular, apresentam no processo de *visualização cartográfica*, uma vez que os conceitos são múltiplos e interdependentes, residindo a diferença nos métodos e nas técnicas de criação e de produção de mapas, por meio dos recursos de edição gráfica que a tecnologia oferece, tornando o processo de análise significativamente dinâmico.

O *Google Earth*[®] revolucionou a *Cartografia* e causou enormes impactos na sociedade, tornando o planeta simultaneamente informativo e interativo, e acessível em qualquer aparelho de telefonia celular. A *geovisualização* realizada no item anterior, a partir do referenciamento de dois mapas históricos da cartografia temática em imagem *Google Earth*[®], foi relativamente simples. As possibilidades de interações com o usuário são múltiplas e diversificadas, e devem ser objeto de pesquisas futuras.

Foram identificadas as principais tendências que a Cartografia seguiu desde 1950. Verifica-se que, atualmente, este domínio científico é constituído por vários campos de investigação, com o surgimento de geotecnologias importantes, por exemplo, a estatística espacial, as plataformas *Google Maps*[®] e *OpenStreetMap*[®], o LIDAR (*Light Detection and Ranging*) - sensor remoto ativo que permite gerar MDT de áreas cobertas por vegetação, inteligência artificial etc. São inúmeras as possibilidades tecnológicas que estão disponíveis para o autor de um mapa, bem como, para o usuário do mapa, e que revolucionaram o uso de informações espaciais.

Enfim, este conjunto de geotecnologias utilizadas pela Cartografia vem oferecendo uma gama de recursos técnicos para a análise geográfica do espaço, apresentando grande precisão e a identificação de padrões e dinâmicas de fenômenos espaciais impossíveis de serem identificados e analisados com as técnicas analógicas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. D. (org.). **Cartografia Escolar**. São Paulo: Contexto, 2007.
- ARNBERGER, E. **Handbuch der Thematischen Kartographie**. Vienna: Verlag Franz Deutike, 1966. 554 p.
- BERTIN, J. **Semiologie Graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes**. 1. ed., Paris: Gauthier-Villars, 1967, 380 p.
- BERTIN, J. **Ver ou ler**. Seleção de textos, AGB, São Paulo, v. 18, p. 45-62, 1988.
- BERRY, B. J. L.; MARBLE, D. F. (ed.) **Spatial Analysis: A Reader in Statistical Geography**. New Jersey: Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1968.
- BLAKEMORE, M. Cartography and Geographic Information Systems. **Progress in Human Geography**, London, n. 11, v. 4, p. 590-606, 1987.
- BOARD, C. A contribuição do geógrafo para a avaliação de mapas como meio de comunicação de informações. **Geocartografia: Textos selecionados de cartografia teórica**, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n. 3, 1994.
- BUNGE, W. Theoretical Geography. **Lund Studies in Geography**, n. 2, 1962, 195 p.

BURROUGH, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Londres: Claredon Press, 1986.

CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M.; GARTNER, G. (org.). **Multimedia Cartography**. Berlin: Springer-Verlag, 1999.

CASTRO, D. M. **Visualização de dados geográficos urbanos na Web**: estudo de caso na Região Metropolitana de Belo Horizonte. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia), IGC/UFMG, Belo Horizonte, 2011.

CASTRO, J. F. M. Princípios de Cartografia Sistemática, Cartografia Temática e Sistema de Informação Geográfica (SIG). **Apostila**, Ed. do Autor, Rio Claro, UNESP/IGCE/DECAIG, 1996.

CASTRO, J. F. M. **História da Cartografia e Cartografia Sistemática**. Belo Horizonte: Editora PUC Minas, 2012.

CASTRO, J. F. M. **História da Cartografia e Cartografia Sistemática**. 2. ed. revista e ampliada. Belo Horizonte: Editora PUC Minas, 2018.

CAUVIN, C.; ESCOBAR, F.; SERRADJ, A. **Thematic Cartography and Transformations**. v. 1. London: ISTE Ltd., 2010. 463 p.

CLARKE, K. C. **Analytical and Computer Cartography**. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

CRACKNELL, A. P. Geographical Information Systems (Editorial). **International Journal of Remote Sensing**, n. 6, v. 7, p. 721-722, 1986.

CROMLEY, R. G. **Digital Cartography**. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

DANGERMOND, J. A Classification of Software Components Commonly Used in Geographic Information Systems. *In: Introductory Readings in Geographic Information Systems*. (Edited by D. J. Peuquet and D. F. Marble), Ohio State University, Taylor & Francis, p. 30-51, 1990.

FOTHERINGHAM, S.; ROGERSON, P. (org.). **Spatial Analysis and GIS**. London: Taylor & Francis, 1995, 281 p.

FREITAG, U. Semiotik and Kartographie. Über die anwendung kybernetischer disziplinen in der theoretischen kartographie. **Kartographische Nachrichten**, v. 21, n. 5, p. 171-182, 1971.

FREITAS, M. I. C.; VENTORINI, S. E. **Cartografia Tátil**. Jundiaí: Paco Editorial, 2011.

GOODCHILD, M. *et al.* Integrating GIS and Spatial Data Analysis. **International Journal of Geographical Information Systems**, v. 6, n. 5, p. 407-423, 1992.

HERZ, R.; CASTRO, J. F. M.; BONETTI FILHO, J. Aplicações de Sistemas de Informações Geográficas para estudo das características planialtimétricas da Ilha de São Sebastião. *In: XV Congresso Brasileiro de Cartografia*, 1991, São Paulo. **Coletânea de Trabalhos Técnicos**. Rio de Janeiro: SBC - Sociedade Brasileira de Cartografia, 1991, v. 3, p. 532-533.

IMHOF, E. **Thematische Kartographie, Lehrbuch der allgemeinen Geographie**. Berlin, New York: Editions Walter de Gruyter, 1972.

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas: Papirus Editora, 1990.

KOEMAN, C. O princípio da comunicação na cartografia. **Geocartografia: Textos selecionados de cartografia teórica**, Dep. de Geografia/FFLCH/USP, n. 5, 1995.

KOLACNY, A. Cartographic information – a fundamental concept and term in modern cartography. **The Cartographical Journal**, v. 6, n. 1, p. 47–49, 1969.

KOLACNY, A. The importance of cartographic information for the comprehending of messages spread by the mass communication media. **The International Yearbook of Cartography**, v. 11, p. 216–223, 1971.

KOLACNY, A., Cartographic information. A fundamental concept and term in modern cartography. **Cartographica**, monograph n. 19, p. 39–45, 1977.

KOLACNY, A. Informação cartográfica: conceitos e termos fundamentais na cartografia moderna. **Geocartografia: Textos selecionados de cartografia teórica**, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n. 2, 1994.

KRAAK, M. J.; ORMELING, F. **Cartography: visualization of spatial data**. 3. ed. New York: The Guilford Press, 2010, 198 p.

KRETSCHMER, I. (ed.). **Studies in Theoretical Cartography**, Vienna: F. Deuticke, 1977, 303 p.

KRETSCHMER, I. The pressing problems of theoretical cartography. **International Yearbook of Cartography**, v. 18, p. 33–40, 1978.

KRETSCHMER, I. Les problèmes urgents de la cartographie théorique. **Bulletin du Comité français de cartographie**, n. 75, p. 13–16, 1978.

LE SANN, J. G. Documento cartográfico: considerações gerais. **Revista Geografia e Ensino**, Belo Horizonte, n. 1, v. 3. p. 3-17, 1983.

LIBAULT, A. **Histoire de la Cartographie**. Paris: Chaix, 1960, 86 p.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. (ed.). 2. ed., **Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management, and Applications**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005, 358 p.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. (ed.). 3. ed., **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. Porto Alegre: Bookman, 2013, 540 p.

MACEACHREN, A. M. **How Maps Work: representation, visualization and design**. New York: Guilford Press, 1995.

MACEACHREN, A. M. e KRAAK, M. J. Research challenges in geovisualization. **Cartography and Geographic Information Science**, n. 28, v. 1, p. 3-12, 2001.

MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (ed.). **Geographical Information Systems: Principles and Applications**. New York: John Wiley & Sons, 1991.

MARBLE, D. F.; PEUQUET, D. J. (ed.) Geographical Information System and Remote Sensing, *In: Manual of Remote Sensing* (American Society of Photogrammetry), Virginia, v. 1, p. 923 - 958, 1983.

MARBLE, D. F. Geographic Information Systems: An Overview. *In: PEUQUET, D.; MARBLE, D. F. (ed.). Introductory Readings in Geographic Information Systems*. Ohio State University, Taylor & Francis, p. 8-17, 1990.

- MARTIN, D. **Geographic Information Systems: Socioeconomic Applications**. 2. ed. New York: Routledge, 1996, 210 p.
- MARTINELLI, M. **Curso de Cartografia Temática**. São Paulo: Editora Contexto, 1991.
- MARTINELLI, M.; GRAÇA, A. J. S. Cartografia temática: uma breve história repleta de inovações. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 67, v. 4, p. 913-928, 2015.
- MCCORMICK, B. H.; DEFANTI, T. A.; BROWN, M. D. Visualization in Scientific Computing. **Computer Graphics**, n. 21, v. 6, 1987.
- MONKHOUSE, F. J.; WILKINSON, H. R. **Maps and Diagrams: Their Compilation and Construction**. London, Methuen & Co. Ltd., 1952, 330 p.
- MORRISON, J. L. Changing philosophical-technical aspects of thematic cartography. **The American Cartographer**, v. 1, n. 1, p. 5–14, 1974.
- MORRISON, J. L. The science of cartography and its essential processes. *International Yearbook of Cartography*, v. 16, p. 85-97, 1976.
- MORRISON, J. L. The science of cartography and the essential processes. **Cartographica**, monograph n. 19, p. 58–71, 1977.
- MUEHRCKE, P. C. Thematic cartography. **Association of American Geographers, Resource Paper**, n. 19, Washington DC, 66 p., 1972.
- OLIVEIRA, C. **Dicionário Cartográfico**. 2. ed., Rio de Janeiro: FIBGE, 1983.
- OLIVEIRA, C. **Curso de Cartografia Moderna**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1988.
- OLIVEIRA, I. J. Bases teóricas da linguagem cartográfica: da Semiologia à Gestalt. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 17-42, janeiro/dezembro 2019.
- OLIVEIRA, L. Estudo metodológico e cognitivo do mapa. **Tese de Livre-Docência**, IG/USP, São Paulo, 1978.
- OLSON, J. M. Experience and the improvement of cartographic communication. **The Cartographic Journal**, v. 12, p. 94–108, 1975.
- OLSON, J. M. Cognitive cartographic experimentation. **The Canadian Cartographer**, v. 16, n. 1, p. 34-44, 1979.
- PALSKY, G. Des représentations topographiques aux représentations thématiques - Recherches historiques sur la communication cartographique. **Bulletin de l'association des géographes français**, n. 506, p. 389–398, 1984.
- PASSINI, E. **Alfabetização cartográfica e o livro didático: uma análise crítica**. Belo Horizonte, Ed. Lê, 1994.
- PETCHENIK, B. B. Some aspects of dot map perception. **Unpublished seminar**, University of Wisconsin, cited by J. Olson, 1963.
- PETCHENIK, B. B. Cognition in cartography. **Cartographica**, monograph n. 19, p. 117–128, 1977.
- PETCHENIK, B. B. Cognição em Cartografia. **Geocartografia: Textos selecionados de cartografia teórica**, Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n. 6, 1995.

- PETERSON, M. P. **Interactive and Animated Cartography**. New Jersey: Printice-Hall, 1995.
- PEUCKER, T. Computer cartography. **Association of the American Cartographers**, Washington, Resource Paper, n. 17, 76 p., 1972.
- PEUQUET, D. J. It's About Time: A Conceptual Framework for the Representation of Temporal Dynamics in Geographical Information Systems. **Annals of the Association of American Geographers**, n. 84, v. 3, p. 441-461, 1994.
- PLEWE, B. Web Cartography in the United States. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 34, n. 2, p. 133-136, 2007.
- RAISZ, E., **Principles of Cartography**, McGraw-Hill, New York, London, 315 p., 1962.
- RAISZ, E., **Cartografia Geral**. 2. ed. Trad. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1969, 414 p.
- RATAJSKI, L. The research structure of theoretical cartography. **Cartographica**, monograph n. 19, p. 46–57, 1977.
- RATAJSKI, L. Loss and gain of information in cartographic communication. *In*: KRECHMER, I. **Studies in theoretical cartography**. Vienna: F. Deuticke, 1977, 303 p., p. 217–227.
- RATAJSKI, L. The main characteristics of cartographic communication as a part of theoretical cartography. **International Yearbook of Cartography**, v. 18, p. 21–32, 1978.
- RIMBERT, S. **Cartes et graphiques**. Paris: CDU, 1962, 201 p., re-published by SEDES, 1964.
- ROBINSON, A. H. **The Look of Maps**: An Examination of Cartographic Design. Madison: University of Wisconsin, 1952, 105 p.
- ROBINSON, A. H. **Elements of Cartography**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1960, 333 p.
- ROBINSON, A. H.; SALE, R. **Elements of Cartography**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1969.
- RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. *In*: **Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**, POLI/USP, São Paulo, p. 1-26, 1990.
- SCHMIDT, M. A. R.; DELAZARI, L. S.; NADAL, M. A. D. Geovisualização e Sistemas de Informação Geográfica. *In*: II Simpósio Brasileiro de Geomática e V Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. **Anais [...] 2007**.
- SIMIELLI, M. E. R. **O mapa como meio de comunicação: implicações no ensino da geografia do 1º grau**. 1986. Tese (Doutorado em Geografia). FFLCH/USP, São Paulo, 1986.
- SLOCUM, T. A.; MCMASTER, R. B.; KESSLER, F. C.; HOWARD, H. H. **Thematic cartography and geography visualization**. Pearson Prentice Hall, 2005, 518 p.
- SLUTER, C. R. Sistema especialista para geração de mapas temáticos. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 53, p. 45-64, 2001.
- TAYLOR, D. R. F. **Graphic Communication and Design in Contemporary Cartography**. New York: John Wiley and Sons, 1983, p. 11–36.
- TEIXEIRA, A. L. A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistemas de Informação Geográfica – Dicionário Ilustrado**. São Paulo: Ed. HUCITEC, 1997.

- TOBLER, W. R. Automation and Cartography. **Geographical Review**, v. 49, n. 4, p. 526-534, 1959.
- TOBLER, W. R. **Map transformations of geographic space**. PhD Thesis, University of Washington, Microfilm, 1961, 183 p.
- TOBLER, W. R. Analytical Cartography. **The American Cartographer**, v. 3, n. 1, p. 21-31, 1976.
- TOMLIN, C. D. **Geographic Information Systems and Cartographic Modeling**. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990.
- TOMLINSON, R. F. Geographic Information Systems - a new frontier. *In: **Introductory Reachings in Geographic Information Systems*** (Edited by Donna J. Peuquet e Duane F. Marble), Ohio State University, Taylor & Francis, 1990.
- TSOU, M. H. Revisiting web cartography in the United States: the rise of user-centered design. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 38, n. 3, p. 250-257, jul. 2011.
- TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis**, New York: Addison-Wesley, 1977. 688 p.
- UNWIN, D. **Introductory Spatial Analysis**. London: Methuen & Co. Ltd., 1981, 212 p.
- VAUGHAN, T. **Multimídia na prática**. tradução Elaine A. A. Pezzoli. São Paulo: Makron Books, 1994.
- WHITFIELD, P. **The image of the world**. London: The British Library, 1994.
- WITT, W. **Thematische Kartographie: Methoden und Probleme, Tendenzen und Aufgaben**. 1. ed. Hanover: Jänecke, 1967, 766 p.
- WOLFMAN, D. E. **Criando em multimídia**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- WOLTER, J. A. Cartography, an emerging discipline. **The Canadian Cartographer**, v. 12, p. 210-216, 1975.

Capítulo 04

A CARTOGRAFIA DE SÍNTESE NA ANÁLISE AMBIENTAL: os caminhos metodológicos, a integração de dados e suas aplicações pela Geografia Física brasileira

“...Dependendo do tipo de informação geoespacial desejada pelo usuário, uma ou mais ferramentas podem ser utilizadas para realçar os fenômenos espaciais importantes dos dados, fornecendo uma visão integrada dos mesmos e evidenciando tanto informações geoespaciais quanto o seu relacionamento com dados não-espaciais.”

Andréa Aparecida Zacharias

A CARTOGRAFIA DE SÍNTESE NA ANÁLISE AMBIENTAL: OS CAMINHOS METODÓLOGICOS, A INTEGRAÇÃO DE DADOS E SUAS APLICAÇÕES PELA GEOGRAFIA FÍSICA BRASILEIRA

ANDRÉA APARECIDA ZACHARIAS

A CARTOGRAFIA DE SÍNTESE NA REPRESENTAÇÃO DO AMBIENTE NA PAISAGEM

Na Geografia, a Cartografia de Síntese não é algo recente (MARTINELLI, 2005b; ZACHARIAS, 2006; 2010). Ela surge entre o fim do século XIX e início do século XX com Vidal de La Blache, e a escola francesa, para explicar o estudo da paisagem, sobretudo sua dinâmica e interação, tendo como base a representação dos diferentes ambientes inseridos na paisagem (ZACHARIAS, VENTORINI, 2021).

Todavia, mesmo com a clássica contribuição da escola francesa à Geografia, para esse entendimento, seu avanço ganha notoriedade, precursoramente, durante a metade do século XIX, a partir do Mapa Síntese apresentado pelo médico John Snow, que, ao espacializar as incidências de cóleras na Broad Street (distrito de Soho, em Londres) trazidas das Índias (1854), por meio do cruzamento de informações entre a localização das fontes de água potável e os focos das epidemias, vislumbrou a primeira técnica de inferência na análise espacial, naquele momento, aplicada ao entendimento do comportamento e distribuição da saúde pública acerca do fenômeno geográfico, a cólera.

Esse mapa síntese, conhecido como “*Ghost Map*”, possibilitou a Snow comprovar sua hipótese⁴, onde, por meio da avaliação do padrão espacial dos pontos (nas residências com casos de cólera) e das cruzes (localização das fontes), chegou a uma síntese, a partir da espacialização do padrão regular de concentração dos casos de cólera, aparentemente relacionado à fonte, foi possível identificar e classificar as áreas (zonas) com maiores e menores concentrações dos surtos de casos de cólera na *Broad Street*, orientando políticas públicas, à época, para a contenção da epidemia.

⁴ Snow suspeitava que o cólera era transmitido por ingestão de água contaminada. O mapa resultante de sua pesquisa, forneceu evidências que colaborou na comprovação de sua hipótese.

A técnica utilizada e propiciada por esse documento cartográfico síntese, elaborada sem qualquer uso de geoinformação, por um lado mobilizou vários princípios geográficos que compõem as relações espaciais - identificação, localização, extensão, padrão, correlação entre fenômenos, associação, entre outros - ao pensar o espaço a partir de sua representação, o que convergiu para uma análise espacial extremamente complexa na época. Destaca-se que sem o auxílio desse mapa resultante dificilmente o problema enfrentado seria visualizado⁵. Evidencia-se, portanto, que o mapa síntese *Ghost Map*, elaborado em 1854, ilustrou a primeira capacidade explicativa da análise espacial, bem como mostrou-se o cerne na integração de dados para obter a cartografia de síntese na representação dos atributos e fenômenos geográficos. Ademais, esse processo tornou-se um claro exemplo de procedimentos técnicos ligados à visualização de informações sobre saúde pública, distribuídas geograficamente em um determinado espaço.

O conceito “Visualização” refere-se a um processo de apreensão do conhecimento mediante formação de uma imagem mental de um conceito e/ou fenômeno abstrato. Esta que pode ser formada por estímulos multissensoriais e não exclusivamente visuais. Dessa forma, não se relaciona à informática, mas sim ao modo de como as informações recebidas pelo cérebro humano são transformadas em conhecimentos, que podem ou não ser especializadas (MACEACHREN, 1992 e 1994; RAMOS, 2005; ZACHARIAS, JUSSANI, 2018). E, nesta lógica, todo mapa, assim como qualquer representação cartográfica, se torna um instrumento para a visualização de dados científicos, não sendo um conceito novo para a ciência, haja vista que sempre esteve presente ao longo da história, atendendo finalidades diversas pela humanidade.

Ao longo do tempo, esse conceito, quando aplicada às ciências cartográfica e geográfica, assume, ainda, outras conotações. A Visualização, beneficiada pela evolução da computação gráfica e dos recursos computacionais, durante as décadas de 40 a 70, possibilitou a automação do mapa. Tal avanço, vislumbrado na década de 80, portanto, propiciou a conversão das informações analógicas em digitais. O termo Visualização Científica, desse modo, surge no meio científico como um importante método de pesquisa que, desde então, se dedica a entender e inserir o uso da tecnologia na

⁵ A relação espacial visualizada entre os dados dificilmente poderia ser inferida por uma simples listagem dos casos da doença e das bombas d'água na cidade.

apreensão e representação da informação espacial pelos usuários. Assim, por meio de plataformas exploratórias e analíticas, novos conhecimentos e/ou representações sobre a realidade podem ser obtidas e apreendidas (MACEACHREN, 1992; 1994; SLOCUM, 1998; ROBBI, 2000; RAMOS, 2005; MARTINELLI, 2005; MARTINS, 2016; ZACHARIAS; JUSSANI, 2018). Desde então, para MacEachren (1992),

[...] a *Visualização se tornou* um processo de cognição humana envolvendo o pensamento, a imaginação e as abstrações em que representações mentais se desenvolvem para identificar padrões e, conseqüente, seus entendimentos. Ao passo que a *Visualização Científica* tem por finalidade a antecipação dessas representações mentais, por meio das técnicas computacionais, utilizadas para potencializar este processo. Assim seu campo de ação destina-se à criação de resultados visuais, por meio da tecnologia, com o objetivo de facilitar o entendimento da representação espacial, seja ela de forma analítica (único tema) ou em forma de conjunto, a síntese. (MACEACHERN, 1992, p. 13, grifos nossos).

Assim, por intermédio da *Visualização Científica* e, também, pelos constantes esforços das Comissões da Associação Cartográfica Internacional (ICA), outras explorações surgem, no meio acadêmico, com resultados significativos aos estudos e representações geocartográficas. A partir dos anos de 1990, esse termo conquista avanços e passa a ser utilizado como *Visualização Cartográfica* e/ou *Visualização Geográfica (GVIs)*. E, desde 2001, até os dias atuais, como *Geovisualização*. Embora sejam termos derivados, todos se referem à visualização espacial em que o mapa desempenha papel preponderante ao estabelecer a interatividade, o poder de exploração, além de permitir análises matemático-estatísticas em sua interface gráfica, tanto que foi definido por Ramos (2005) como:

[...] uma forma de visualização de informações baseadas em mapas que enfatiza o desenvolvimento e a avaliação de métodos visuais desenhados para facilitar a exploração, análise, síntese e apresentação de informação georreferenciada. GVIs possui uma ênfase que combina o desenvolvimento de teoria, ferramentas e métodos, e no entendimento de como as ferramentas e métodos são usados para propiciar o entendimento e facilitar a tomada de decisão. (RAMOS, 2005, p. 22).

Somado ao supracitado, ainda, nos anos de 1990 surgem, por um lado, com grande velocidade e agilidade nas pesquisas científicas, as tecnologias de Geoprocessamento que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o

tratamento da informação geográfica, associadas ao Sistema de Informação Geográfica (SIG), como poderoso *software* baseado em dados georreferenciados capaz de gerar, integrar e cruzar, pelo seu caráter interdisciplinar, diversas análises relativas à informação e ambiente espacial, além de ser ainda possível automatizar a elaboração de documentos cartográficos. E, por outro, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) que, associadas às geotecnologias e ao sistema global de redes de computadores interligados em ambiente *World Wide Web* (WWW), desde o início do século XXI vêm aprimorando novas plataformas, cujos *softwares* e dados são baseados em nuvem, onde é possível criar, estruturar, armazenar, manipular, analisar, compartilhar, além de comunicar e visualizar representações espaciais, cartográficas e gráficas compostas por animações, fotos, áudios, vídeos, hiperlinks, que se traduzem em mapas *WebGIS* colaborativos, multimídias, interativos e animados, compostos por banco de dados georreferenciados (ZACHARIAS; MARTINS, 2018; MARTINS; ZACHARIAS, 2021).

A partir do avanço dessa tríade – GEOPROCESSAMENTO X SIG X TDIC – a ciência cartográfica busca estabelecer estratégias metodológicas voltadas às novas possibilidades de técnicas para as representações cartográficas e espaciais. Para isso, dois diferentes caminhos, na contemporaneidade, podem ser utilizados para obter mapas voltados à síntese (Cartografia de Síntese), amplamente difundidos entre as Comissões da *International Cartographic Association* (ICA) - (Quadro 1).

Quadro 1 – Comissões de Estudo da ICA que divulgam as técnicas sobre Visualização Espacial e sobre Análise e Tratamento da Informação Espacial.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION (ICA)	
VISUALIZAÇÃO ESPACIAL	ANÁLISE E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL
1. Comissão de Análise Visual (<i>Commission Visual Analytics</i>)	1. Comissão de Análise e Modelagem Geoespacial (<i>Commission on Geospatial Analysis and Modeling</i>) 2. Comissão de Produção de Mapas e Gestão de Informação (<i>Commission on Map Production and Geoinformation Management</i>)

Fonte: Autora (2023).

São eles, os mapas que utilizam a **visualização espacial (geovisualização)**, e os mapas que utilizam a **análise e tratamento da informação espacial (geoinformação)**. Embora, com caminhos metodológicos diferentes, na Geocartografia (Cartografia

Geográfica), ambos agregam importâncias com a perspectiva de compreenderem os atributos espaciais e fenômenos geográficos inseridos nos diferentes ambientes da paisagem.

A VISUALIZAÇÃO ESPACIAL NA SÍNTESE DAS INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Sistematizados nos Estados Unidos, durante a década de 1990, por Alan MacEachren, os mapas que utilizam a **visualização espacial** foram inseridos no meio acadêmico no ano de 2001, por MacEachren; Kraak, pelo campo científico do Paradigma da Geovisualização, com o objetivo de desenvolver mapeamentos cujas aplicações estabeleçam a (geo)visualização em cartografia e suas representações gráficas espaciais (WHITE, 2017; ZACHARIAS, MARTINS, 2018; MARTINS; ZACHARIAS, 2021).

Assim, a elaboração de mapas (analíticos e de síntese), considerando a abordagem da visualização espacial, faz uso do meio digital para desenvolver um conjunto de normatizações cartográficas, com aplicações de recursos visuais, elaborados por meio de uma interface de métodos gráficos exploratórios, baseados em componentes que resultam em mapas multimídias⁶, interativos e animados⁷, amplamente utilizados para a apreensão de informações e dados geográficos.

Os recursos visuais são aplicados para proporcionar maior desenvolvimento do raciocínio espacial, convergindo na interpretação de que, na Geografia, a cartografia obtida por geovisualização auxilia o processo cognitivo da informação espacial, onde as velhas questões ligadas à tríade (sintática, semântica e pragmática) da comunicação

⁶ **Multimídia** é qualquer combinação de texto, arte gráfica, som, animação e vídeo transmitidos pelo computador. Assim, quando associado em uma representação espacial, caso o mapa permita que o usuário (o visualizador do projeto) controle quando e quais elementos serão transmitidos, isto chama-se *multimídia interativa*. Mas, se fornecer uma estrutura de elementos vinculados, a partir de hiperlinks, pela qual o usuário pode mover-se a outras plataformas ou documentos, compostos por informações e assim sucessivamente, a multimídia interativa torna-se *hipermídia*. Ainda, na **multimídia interativa (não-linear)**, o encadeamento dos temas não obedece necessariamente a uma sequência predefinida. Um tema espacial é apresentado, bem como todos os outros a ele relacionados, e o usuário “navega” na informação de acordo com a sua necessidade de exploração. O desenvolvedor abre mão do controle sobre a informação espacial visualizada e quem a controla é o usuário. **Já na multimídia não-interativa (linear)**, um tema encadeia outro, como as páginas de um livro, onde, nessa estrutura de visualização, é permitido ao usuário apenas o movimento de seguir adiante ou retroceder.

⁷ A **interatividade**, nos mapas, pode ocorrer sob três formas: a)[...] pelas *animações*, onde as informações ganham movimento e suas variações espaciais podem ser melhor representadas no mapa; b) pela *multimídia*, ao complementar essas animações com textos, gráficos, desenhos, som, vídeo e links; c) ao passo que, com a *realidade virtual* tem-se a representação de fenômenos espaciais tridimensionalmente, o que possibilita interação total do usuário com a informação observada e os efeitos multimídias que as representações gráficas propõem. (MARTINS, 2016, p. 64).

cartográfica dos anos 1960 e 1970, pelo Paradigma da Semiologia Gráfica (*La Graphique*), ganham novas possibilidades a partir do poder exploratório sobre as informações geográficas, que traduzem as representações espaciais e seus mapas sínteses (ZACHARIAS, MARTINS, 2018; MARTINS; ZACHARIAS, 2021).

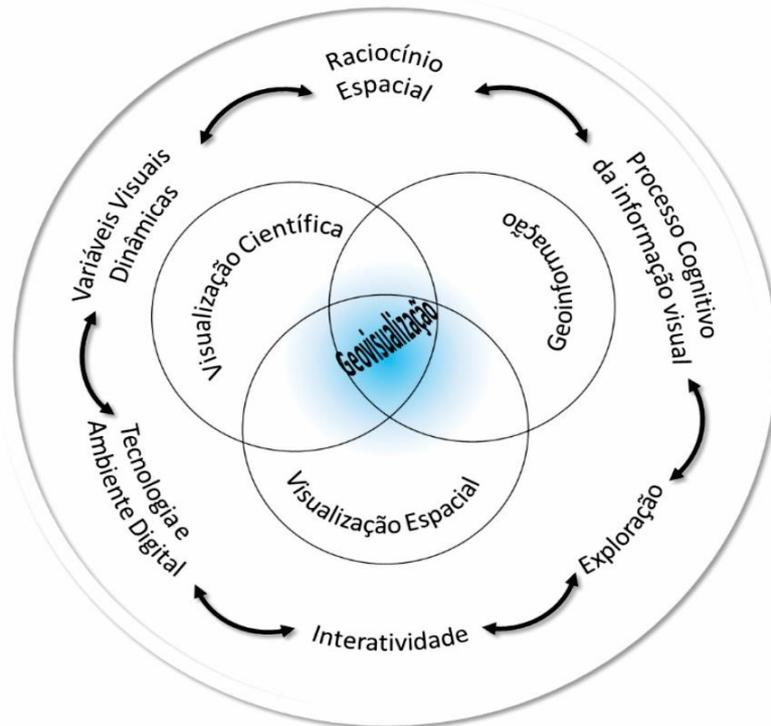
Assim, quando a comunicação cartográfica do mapa semiológico passa a ser integrada e associada aos fundamentos da geovisualização, os mapas deixam de ser apenas uma representação bidimensional (x,y) da superfície terrestre, em perspectiva analógica, para tornarem-se, também, uma representação composta por estrutura animada e interativa (x,y,z,t)⁸, na qual o usuário, ao manipulá-la se depara com diferentes perspectivas de um mesmo tema, consolidando geovisualizações. À medida que o mapa deixa de ser apenas um elemento estático como meio de comunicação (sintática, semântica e pragmática), passando a ser, também, um elemento dinâmico como meio de exploração, composto por apresentação interativa, controlada ou navegada pelo usuário, podemos potencializar mais um ambiente gerador de novos conhecimentos, estabelecendo, simultaneamente duplas comunicações cartográficas (pela semiologia e pela geovisualização), a partir das novas leituras espaciais (Figura 1) (MARTINS, 2016; ZACHARIAS; MARTINS, 2018).

E, para implementar a interface gráfica, incluindo animações cartográficas e outros recursos de análise, MacEachren (1994) propõe 6 (seis) variáveis visuais dinâmicas e não visuais⁹ (Quadro 2), responsáveis em estabelecer a comunicação cartográfica interativa na representação espacial para o entendimento do fenômeno geográfico.

⁸ Neste caso, a representação (x,y,z,t) refere-se à: **dimensão (t)** como o tempo no qual ocorre a visualização; a **dimensão (z)** como o tema geográfico que se desenvolve no espaço ao longo de um determinado tempo, e que variam pelas **dimensões (x,y)**, observando respectivamente as coordenadas geográficas (latitude e longitude).

⁹ As variáveis visuais dinâmicas e não visuais são apresentadas, primeiramente, por DiBiase *et al.* (1992), como uma evolução das variáveis visuais (tamanho, valor, granulação, cor e orientação) de Bertin (1977); diante dos novos avanços das tecnologias a partir da década de 1990, que criaram novas possibilidades para a elaboração de mapas por meio da geoinformação. Todavia, DiBiase *et al.* (1992) identificaram três variáveis dinâmicas principais para mapas animados (duração, ordem e taxa de mudança), às quais MacEachren (1994) adicionou mais três (data de exibição, frequência e sincronização), além de exemplificar seus usos em mapas, definindo assim, posteriormente, a aplicação das variáveis visuais dinâmicas e não visuais, em plataformas interativas. Atualmente, pesquisadores também estão explorando maneiras de usar nossos outros sentidos (por exemplo, som, toque e cheiro) para transmitir informações geográficas e acomodar leitores de mapas com deficiências específicas (WHITE, 2017; ZACHARIAS; MARTINS, 2018).

Figura 1 – Modelo conceitual do Paradigma da Geovisualização.



Fonte: Jussani e Zacharias (2021).

Quadro 2 – Variáveis Visuais Dinâmicas e não visuais propostas por MacEachren (1994).

Variáveis Visuais Dinâmicas e não Visuais	Descrição	Tipos de dados representados	
		Nominal	Ordinal
DURAÇÃO	Um período em que um elemento é visível antes que ocorra uma alteração, em sua exibição, durante a animação.	Ruim	Bom
ORDEM	A seqüência de ocorrência dos eventos cujas alterações se desencadeiam em dada ordem.	Ruim	Bom
TAXA DE VARIAÇÃO (ALTERAÇÃO)	A velocidade em que dura cada cena. Tal taxa dita o ritmo da animação.	Regular	Bom
MOMENTO (DATA DE EXIBIÇÃO)	O início em que há uma alteração em um elemento.	Bom	Regular
FREQUÊNCIA	O número de ocorrência de elementos identificáveis por unidade de tempo.	Regular	Bom
SINCRONIZAÇÃO	A correspondência temporal de duas ou mais séries temporais.	Bom	Ruim

Fonte: Martins; Zacharias (2021), adaptado de White (2017).

Para MacEachren e Krakk (2001), precursores deste paradigma, a geovisualização implica no desenvolvimento de representações espaciais cujas informações seriam

inacessíveis pela comunicação cartográfica proposta pela semiologia gráfica. Em suas premissas, o procedimento de exploração e de análise das informações espaciais contidas em mapas multimídias, viabilizados pelo processo de interatividade e exploração de interfaces gráficas dos mapas (Figura 1), contribui para que os mapas sínteses e os produtos gráficos elaborados por intermédio da geovisualização sejam orientados, sempre, à exploração dos dados geoespaciais. Estes devem revelar informações que se concretizam em decorrência do processo de produção (visualização) científica (MARTINS, ZACHARIAS, 2021).

Deste modo, o fenômeno geográfico do mapa síntese é apreendido ao explorar os dados geoespaciais, analisando, comparando a outros dados, correlacionando as informações e visualizando os resultados dessas ações. Logo, nesse percurso exploratório do geovisualizar, é possível assimilar os fenômenos da paisagem representados no mapa, pelas interações desta nos ambientes.

Ainda sobre a geovisualização, a partir da década de 2020, passa a ser integrada, também, às plataformas *WebGis*¹⁰, onde a maioria dos *softwares* com mapeamentos geoespaciais contemporâneos, realizados em nuvem, tem envidado esforços para reestruturarem suas interfaces gráficas. Estes, voltados à elaboração de dados espaciais, mapas geocolaborativos, mapas analíticos e de sínteses compostos por interatividades e animações, geralmente apresentam uma simbologia de mapa em constante mudança, permitida pelas variáveis visuais dinâmicas e não visuais, além daquelas usadas para exibições estáticas de mapas, como as variáveis visuais retilíneas da semiologia gráfica.

Desde então, essa nova necessidade de mapeamentos envolvendo dados geoespaciais, com diversas finalidades para a sociedade do hodierno, tem estimulado cada vez mais o uso de ferramentas *WebGIS* para apresentações interativas de *WebMap*, e de informações relacionadas, por meio da *Word Wide Web* (WWW).

¹⁰ Para Pimenta (2012), um WebGIS é definido como um sistema de visualização e interação com mapas em sistema de informação geográfica via internet. Trata-se de uma ferramenta que busca atingir o objetivo de transmissão de dados para facilitar tomadas de decisões, organizando as características de um território por planos de informação.

Todavia, as soluções adotadas na apresentação destes mapas devem apresentar um equilíbrio entre facilidade de uso, riqueza de recursos para visualização e navegação entre os dados geográficos, além de funcionalidades geoespaciais para pré e pós-processamento, características que devem ser adequadas para cada finalidade e perfil de usuário que acessará as informações pelo sistema *WebGIS*.

Dependendo do tipo de informação geoespacial desejada pelo usuário, uma ou mais ferramentas podem ser utilizadas para realçar os fenômenos espaciais importantes dos dados, fornecendo uma visão integrada dos mesmos e evidenciando tanto informações geoespaciais quanto o seu relacionamento com dados não-espaciais. Desta forma, associado ao Paradigma da Geovisualização, um sistema *WebGIS* tem grande potencial para fornecer diferentes recursos visuais, de acordo com o perfil do usuário, melhorando a usabilidade do ambiente, e fornecendo funcionalidades dirigidas as suas necessidades (WHITE, 2017; CRUZ; SILVA; MACÁRIO, 2014).

E, neste caminhar, nota-se que a geovisualização em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) está sendo crescentemente empregada em pesquisa e desenvolvimento de projetos que incorporam participação pública (WEINER, *et al.*, 2002). Assim, o WebMap tem se tornado uma plataforma de mapeamento interativo que apresenta grande potencial na inclusão do cidadão nas tomadas de decisão, sobretudo acerca do planejamento ambiental e territorial, onde os SIGs podem auxiliar e apoiar organizações comunitárias no processo de participação e decisão; e com melhores informações podem ajudar a desenvolver respostas apropriadas com o auxílio da tecnologia, torna-se possível desenvolver respostas apropriadas e capazes de fornecer suporte a processos de análise espacial através dos mapas e de processos propositivos de ideias com mitigações para a área (WEINER, *et al.*, 2002; MOURA, 2018).

Todavia, mesmo com grandes contribuições significativas, já amplamente difundidas em pesquisas norte-americanas e europeias¹¹, no Brasil, a geovisualização ainda é um campo científico recente, em trâmite, e pouco explorado sobretudo em pesquisas relacionadas à Geografia Física, desde os mapas analíticos aos de sínteses.

¹¹ Maiores informações sobre os autores e trabalhos que aplicaram a geovisualização podem ser obtidas em Martins; Zacharias (2021), que elaboraram uma linha do tempo com as principais contribuições desse campo científico.

Nota-se um grande avanço em trabalhos que utilizam o geodesign no planejamento participativo e, também, na área do ensino de Geografia, onde se discute o uso da geovisualização em mapas para escolares, para o desenvolvimento do pensamento espacial e raciocínios geográficos.

A ANÁLISE E O TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL NA SÍNTESE DAS INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Já os mapas sínteses que utilizam a **análise e tratamento da informação espacial** surgem a partir do avanço das técnicas de geoprocessamento e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), por necessitarem de análises, integração de dados e modelagens cartográficas e ambientais, que requerem um conjunto de técnicas matemático-estatísticas relacionadas ao tratamento da informação geoespacial.

Sistematizado nos Estados Unidos e na Inglaterra, durante a década de 1950, com a perspectiva de automatizar a elaboração de mapas, o geoprocessamento se tornou a grande tecnologia da análise da informação espacial, por abranger um conjunto de procedimentos que envolve a coleta (entrada de dados), o armazenamento (manipulação de dados), o tratamento e análise de dados espacialmente referenciados (georreferenciamento), além do uso integrado (integração do banco de dados) para o tratamento e análise da informação geográfica geoespacial (CROMLEY, 1992; MACEACHREN, A. M.; KRAAK, 2001; CAMÂRA, *et al.*, 2001).

O georreferenciamento, destarte, ganhou maior ênfase somente a partir da década de 1970, com a inserção dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que viabilizaram análises complexas da informação espacial na síntese das informações geográficas, ao integrar dados de diversas fontes, criar bancos de dados georreferenciados, além de efetuarem a automação na elaboração de documentos cartográficos, onde o Mapa Síntese - e seus atributos - passam a ser uma representação visual de dados quantificáveis, imprescindíveis, para as análises geoespaciais sobre os diferentes ambientes da/na paisagem.

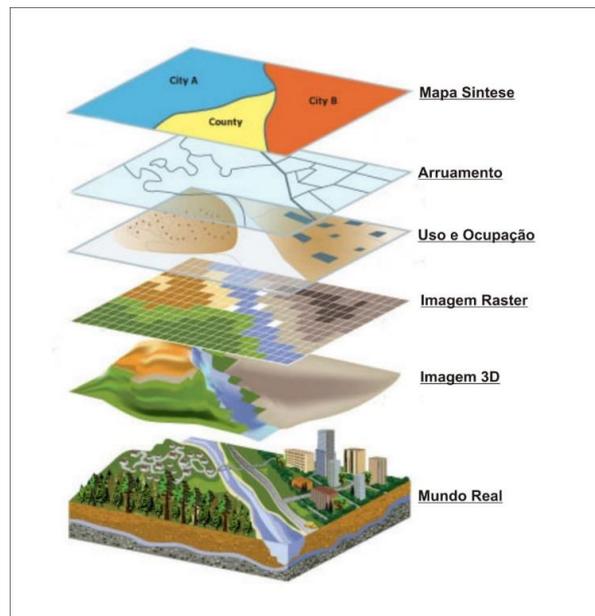
Desde então, suas aplicações ampliaram-se com muita velocidade e propriedade no decorrer das décadas de 1980 a 1990, nas geociências e sobretudo na Geografia Física, concomitantemente aos avanços da tecnologia dos computadores e softwares,

que influenciaram de maneira crescente a utilização de técnicas matemático-estatísticas e computacionais na análise geoespacial, ao passarem a descrever o mundo real para o computador, sob 4 (quatro) formas: a) **espacialmente**, quando ocorre a variação do fenômeno geográfico de lugar para lugar (declividade, altitude, profundidade do solo etc.); b) **temporalmente**, quando a variação do fenômeno geográfico muda no espaço ao longo do tempo (densidade demográfica, uso e cobertura da terra etc.); c) **tematicamente**, quando as variações são detectadas através de mudanças do fenômeno espacial (geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, uso e cobertura da terra etc.) e; d) **numericamente**, quando as variações são representadas de forma não-espaciais, através de números, banco de dados ou informações (dados cadastrais, valores, porcentagens, nomes, etc).

Como também, esses softwares, ao traduzirem suas informações para o ambiente computacional, consideram seus 4 (quatro) universos de implementação: a) o **universo do mundo real**, que inclui as informações do real que serão modeladas no ambiente computacional (tipos de solo, cadastro urbano e rural, dados geofísicos e topográficos); b) o **universo matemático**, que inclui uma definição matemática (formal) das entidades a serem representadas (dados temáticos e cadastrais, modelos numéricos de terreno, dados de sensoriamento remoto); c) o **universo de representação**, onde as diversas **entidades** formais são mapeadas para representações geométricas (matricial e vetorial) e alfanuméricas no computador; e, d) o **universo de implementação**, onde as estruturas de dados e algoritmos são escolhidos e codificados, tendo como base o desempenho, a capacidade do equipamento, e o tamanho do banco de dados geoespacial (Figura 2).

Assim, a tecnologia dos SIGs não é um mero auxílio à elaboração de mapeamentos geocartográficos. Ela oferece serviços operacionais que auxiliam e agilizam os procedimentos de cruzamento, planejamento, gerenciamento, além da possibilidade de desenvolver simulações e elaborações de cenários do ambiente da paisagem, considerando informações do PASSADO, no PRESENTE, e do FUTURO, a partir de informações espaciais e não espaciais, onde é possível fornecer sínteses seguras para a tomada de decisão.

Figura 2 – Universos de Implementação e Codificação do Mundo Real.



Fonte: Sampaio; Brandalize (2018), adaptado por Zacharias; Ventorini (2021).

As análises espaciais temporais baseadas na tecnologia dos SIGs, conforme o exposto, garantem, em razão disso, no mínimo, as cinco vantagens descritas: 1) conhecer as potencialidades, fragilidades e vocações atuais e futuras da paisagem; 2) propor uma gestão integrada e descentralizada; 3) compatibilizar políticas de diferentes esferas; 4) proteger e recuperar a paisagem ambiental e os patrimônios culturais, históricos, paisagísticos, artísticos e arqueológicos, assegurando o acesso a eles; e, 5) integrar e compatibilizar atividades urbanas e rurais, com uso racional da infraestrutura.

Por isso, nos estudos da dinâmica da paisagem, área na qual o uso das geotecnologias para a análise e o tratamento da informação espacial na síntese das informações geográficas, é significativa, seus campos de atuações voltam-se para:

- a) **Mapeamentos temáticos**, que visam a caracterizar e entender a organização espacial do ambiente na paisagem como base para o estabelecimento de ações e estudos futuros;
- b) **Diagnóstico ambiental**, que objetiva estabelecer estudos específicos sobre regiões e áreas de interesses, com vistas a projetos de ocupação ou preservação;
- c) **Avaliação de impacto ambiental**, que envolve o monitoramento dos resultados da intervenção humana sobre o ambiente;
- d) **Ordenamento territorial**, que objetiva normatizar a ocupação do espaço, buscando racionalizar a gestão do território, com vistas a um processo de desenvolvimento sustentável.

Todos estes estudos interdisciplinares possuem uma característica básica, a visão sistêmica na análise da dinâmica paisagem, decorrente da convicção de que não é possível compreender os fenômenos socioambientais sem analisar todos os seus componentes e as suas interações, pois buscam sempre uma visão integrada da questão ambiental, em conjunto com a questão social.

A CARTOGRAFIA DE SÍNTESE NA ANÁLISE AMBIENTAL: PERSPECTIVAS, CONVERGÊNCIAS E DIVERGÊNCIAS NA GEOGRAFIA FÍSICA BRASILEIRA

Face ao exposto, o caminhar do raciocínio de síntese sempre foi muito explorado, principalmente após a inserção das geotecnologias e dos SIGs na geoartografia, por permitirem agilidade, flexibilidade e rapidez na capacidade de cruzamento, integração, e de modelagem dos diferentes indicadores ambientais, que compõe as informações espaciais ambientais.

Mas, mesmo com contribuições significativas, ainda é comum em dias atuais, trabalhos que persistem certo dédalo no uso do método da cartografia de síntese. Os contratempos surgem, a partir do momento em que as representações computacionais passam a ser os caminhos metodológicos, para a modelagem dos padrões espaciais, visando o produto final - a síntese - que é composta por um documento cartográfico obtido pela análise integrada das informações inseridas no ambiente da paisagem.

Nesse sentido, ao realizar um primeiro levantamento sobre a contribuição da Cartografia de Síntese nos estudos geográficos, no âmbito da Geografia Física, Martinelli (2005b) destaca que essa confusão ocorre pelo fato de que:

[...] muitos ainda a concebem, mediante mapas ditos – de síntese – porém não como sistemas lógicos e sim como superposições ou justaposições de análises. Resultam, portanto, mapas muito confusos onde se acumula uma multidão de hachuras, cores e símbolos, até mesmo índices alfanuméricos, negando a própria ideia de síntese. (MARTINELLI, 2005b, p. 3561-3563).

Chama à atenção a atualidade da constatação realizada pelo autor há mais de 18 anos, desde essa primeira publicação, em razão de persistirem os “velhos problemas” supracitados em trabalhos científicos da Geografia Física brasileira. E, quando se trata da elaboração de cenários gráficos que traduzem características dos diferentes ambientes inseridos na paisagem, como a cartografia de síntese, outros problemas surgem.

Os mapeamentos ambientais realizados até o momento, mesmo que proporcionando contribuições valiosas, não respondem a todas as necessidades de uma geocartografia sistemática e eficiente, sendo os tópicos relacionados a: **a)** cartografia de paisagens, cartografia ambiental e a cartografia de síntese; **b)** comunicação cartográfica e o tratamento gráfico e visual; **c)** geoinformação e a modelagem cartográfica ambiental dos padrões espaciais; **d)** métodos para integração dos indicadores ambientais, os que mais se sobressaem nesse campo científico de atuação.

A partir dessa constatação, algumas reflexões sobre a temática foram desenvolvidas no âmbito das pesquisas de pós-graduação, a partir dos trabalhos apresentados pelos diferentes Programas de pós-graduação em Geografia das IES brasileiras, com a perspectiva de concorrerem ao Prêmio “Aziz Nacib Ab’Saber”, da melhor dissertação de mestrado e tese de doutorado na área de Geografia Física, durante o XIV Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia – ENANPEGE/2021. A proposta é apresentar a importância da cartografia de síntese, em trabalhos que requerem a representação dos diferentes ambientes da/na paisagem, para obter uma análise ambiental.

O UNIVERSO DA PESQUISA E OS DÉDALOS CIENTÍFICOS GEOCARTOGRÁFICOS NA SÍNTESE DOS AMBIENTES DA PAISAGEM

A comissão de avaliação de Geografia Física da ANPEGE, no ano de 2021, foi composta por 9 (nove) docentes que participam de Programas de Pós-graduação em Geografia (PPGG) pelas Instituições de Ensino Superior (IES) de diferentes regiões do país, onde, no período de maio a outubro de 2021, organizaram rodadas de leituras e avaliações, entre seus pares, dos trabalhos encaminhados pelos PPGGs das IES do Brasil.

Foram indicados pelos programas de pós-graduação, no mês de maio, o total de 60 pesquisas científicas entre teses e dissertações para concorrerem ao Prêmio “Aziz Nacib Ab’Saber” sendo 38 dissertações e 22 teses, distribuídas entre as regiões conforme dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Total de teses e dissertações indicadas pelos PPGGs das IES (Brasil).

REGIÕES	DISSERTAÇÕES	TESES
Norte	1	0
Nordeste	11	6
Centro-Oeste	6	3
Sudeste	12	7
Sul	8	6
TOTAL	38	22

Fonte: BRASIL/ANPEGE (2021).

Deste total, agrupados conforme as subáreas da Geografia Física (Tabela 2), os PPGGs encaminharam, em ordem decrescente, os quantitativos de **Dissertações de Mestrado** equivalentes a: 28,9% em Climatologia; 18,4% em Geomorfologia; 10,5% em Pedologia; 7,9% em Bacias Hidráulicas e Planejamento Ambiental; 7,9% em Riscos e Vulnerabilidades; 7,9% em Conservação e Geopatrimônio; 5,3% em Biogeografia; 5,3% em Geotecnologias na Modelagem Ambiental; e, ainda, 2,6% em Geologia. Ao passo que para as **Teses de Doutorado**, os trabalhos científicos encaminhados, corresponderam a: 22,8% em Geomorfologia; 18,3% em Pedologia; 18,3% em Dinâmica da Paisagem e Zoneamento Ambiental; 13,6% em Conservação e Geopatrimônio; 9,1% em Bacias Hidrográficas e Planejamento Ambiental; e 4,5 % em Climatologia; em Riscos e Vulnerabilidades; em Resíduos Sólidos e, também, em Educação.

Ainda, deste total de 60 trabalhos científicos, entre as dissertações e teses, a Tabela 3 quantifica o uso das **técnicas de representações cartográficas** (mapeamentos analíticos; banco de dados georreferenciados, geoinformação e dados geoespaciais; croquis iconográficos; perfil topográfico e geoambiental; geovisualização, WebSIG e WebMap; e cartografia de síntese e integração de dados); e, também, os **produtos cartográficos** (imagens de satélites; imagens de vants e drones; imagens termais; e NDVI), utilizados nos trabalhos científicos da Geografia Física.

Tabela 2 – Total de Teses e Dissertações indicadas pelos PPGGs das IES (Brasil).

SUBÁREAS DA GEOGRAFIA FÍSICA	DISSERTAÇÕES		TESES	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Climatologia	11	28,9	1	4,5
Geomorfologia	7	18,4	5	22,8
Pedologia	4	10,5	4	18,3
Bacias Hidrográficas e Planejamento Ambiental	3	7,9	2	9,1
Riscos e Vulnerabilidades	3	7,9	1	4,5
Conservação e Geopatrimônio	3	7,9	3	13,6
Biogeografia	2	5,3	0	0,0
Dinâmica da Paisagem e Zoneamento Ambiental	2	5,3	4	18,3
Geotecnologias na Modelagem Ambiental	2	5,3	0	0,0
Geologia	1	2,6	0	0,0
Resíduos Sólidos	0	0,0	1	4,5
Educação	0	0,0	1	4,5
TOTAL	38	100	22	100

Fonte: Autora (2023).

Tabela 3 – Total de teses e dissertações indicadas pelos PPGGs das IES (Brasil), com destaque às representações cartográficas e aos produtos cartográficos utilizados.

SUBÁREAS DA GEOGRAFIA FÍSICA	T	D	SOMA
	Qtde	Qtde	Qtde
Climatologia (1)	11	1	12
Geomorfologia (2)	7	5	10
Pedologia (3)	4	4	8
Bacias Hidrográficas e Planejamento Ambiental (4)	3	2	5
Riscos e Vulnerabilidades (5)	3	1	4
Conservação e Geopatrimônio (6)	3	3	6
Biogeografia (7)	2	0	2
Dinâmica da Paisagem e Zoneamento Ambiental (8)	2	4	6
Geotecnologias na Modelagem Ambiental (9)	2	0	2
Geologia (10)	1	0	1
Resíduos Sólidos (11)	0	1	1
Educação (12)	0	1	1
TOTAL	38	22	60

Fonte: Autora (2023).

Tabela 4 – Relação entre subáreas da Geografia Física e a incidência da temática da representação cartográfica e os produtos cartográficos.

REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA E OS PRODUTOS CARTOGRÁFICOS	SUBÁREAS DA GEOGRAFIA FÍSICA (Qtde)												T	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Cartografia Analítica (mapeamento temático)	12	10	8	5	4	6	2	6	2	1	1	1	58	96,7
Banco de Dados Georreferenciados, Geoinformação e Dados Geoespaciais	11	10	8	5	4	6	2	6	2	1	1	1	57	95,0
Imagens de Satélites	11	10	8	5	4	6	2	6	2	1	0	0	55	91,7
Imagens de Drones e Vants	4	2	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	10	16,7
Imagens Termiais	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3,34
NDVI	9	0	2	0	0	2	0	1	1	0	0	0	15	25
Croquis Iconográficos de Trabalho de Campo	8	7	6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	24	40
Perfil Topográficos e Geoambiental	10	8	8	1	3	3	1	2	1	1	0	0	38	63,3
WebSIG e WebMap (Geovisualização)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cartografia de Síntese e Integração de Dados ¹²	10	10	5	5	4	6	1	6	2	1	1	0	51	85
TOTAL	77	57	45	23	21	29	9	28	11	5	3	2	310	600
100% (das subáreas)	120	100	80	50	40	60	20	60	20	10	10	10	600	
% (das subáreas)	66,3	55,0	56,3	46	52,5	48,3	45	46,7	55	50	30	20	600	

Fonte: Autora (2023).

Assim, observada a relação entre as áreas e a incidência da temática da representação cartográfica e os produtos cartográficos utilizados nos trabalhos da Geografia Física (Tabela 4), fica confirmada a acuidade que os mapeamentos temáticos

¹² Vale destacar que na Cartografia de Síntese já estão sendo consideradas as Sínteses derivadas das técnicas utilizadas para a Cartografia de Paisagens, assim como as utilizadas para a Cartografia Ambiental (ambiente).

– analítico e de síntese -, apresentam à área, pois constam em, respectivamente, 96,7% e 85% dos trabalhos científicos apresentados, sempre com a perspectiva de representar e/ou agrupar os diferentes ambientes inseridos na paisagem.

Dessa maneira, fica evidente a importância que a análise e o tratamento da informação espacial exercem sobre a área, a partir do uso da geoinformação com dados geoespaciais e banco de dados georreferenciados (95,0%), imagens de satélite (91,7%), imagens de drones e vants (16%) e as técnicas de Normalized Difference Vegetation Index - NDVI (25%), durante as múltiplas fases de elaboração dos mapas. E, ainda, os dados nos mostram como as técnicas da elaboração de croquis iconográficos (40%), com os perfis topográficos e geoambientais (63,3%), são características marcantes, em trabalhos da Geografia Física, para retratar as informações aferidas *in loco* pelos trabalhos de campo.

Nesse ínterim, qual a importância das cartografias – de paisagens, ambiental (ambiente) e de síntese – que perpassam aos trabalhos de Geografia Física? Embora, cada uma das cartografias supracitadas apresente suma importância aos trabalhos físicos da Geografia, de forma similar ao ocorrido no setor da informática – quando da eclosão de equipamentos com altas tecnologias - no decorrer de suas aplicabilidades surgiu um descompasso entre suas definições.

Observou-se que muitos trabalhos apresentados pela Geografia Física brasileira, **cerca de até 40%**, erroneamente definem a cartografia de síntese como cartografia ambiental, ou como cartografia de paisagens. Ou, em diversos casos, todas são apresentadas como sinônimos, apenas mudando a nomenclatura no texto científico. Tais confusões só comprovam o dédalo ainda persistente em muitos trabalhos científicos da Geografia Física, uma vez que, embora as cartografias supracitadas apontem para uma proposta comum, a análise “ambiental” ou do “ambiente”, cada uma possui uma finalidade distinta, porém indissociável, no processo de entendimento do todo sistêmico, e suas interações com o ambiente da paisagem.

É nesse cenário que surge, pelas diferentes abordagens das escolas geográficas da Geografia Física, o campo científico da cartografia de paisagens, que no hodierno passou a constituir em uma cartografia ambiental composta pela síntese de seu ambiente.

Assim, a **Cartografia de Paisagem (CP)** é caracterizada pelo ordenamento taxonômico das áreas homogêneas, com o objetivo de inventariar as áreas que possuem o mesmo potencial de uso ambiental, a partir dos complexos naturais, e sua interação com a sociedade. Esse potencial é obtido por meio de uma análise integrada de suas unidades de paisagem como um “todo sistêmico” em que se combinam a natureza, a economia, a sociedade, e a cultura.

Nessa perspectiva, seu objetivo agrega mais atribuições. Não tem apenas a mera função de representar e ordenar espaços com potenciais de uso ambiental. Associa-lhe, no caso, também, “a partir da representação dos complexos naturais, a função de compatibilizar propostas, em consonância com a adequabilidade de usos segundo suas características ambientais.” (ZACHARIAS, 2006, 2010; ZACHARIAS; VENTORINI, 2021).

A Cartografia de Paisagem, ainda, se relaciona aos estudos que envolvem um planejamento ambiental, a síntese de suas informações tornam-se importantes indicativos de sustentabilidade na ordenação territorial, uma vez que espacializam as áreas de potencialidades e vulnerabilidades de um dado território, a partir da definição das restrições e/ou adequações de uso e cobertura da terra para uma atuação socioambiental mais efetiva e eficiente, contribuindo diretamente para propostas de políticas públicas com diferentes raciocínios escalares, desde as municipais (locais), estaduais (regionais), nacionais, e até as globais (mundiais). Para além disso, fundamentam o estabelecimento de legislações específicas que promovam a proteção e a recuperação da qualidade ambiental do espaço físico e territorial (ZACHARIAS; GUERRA, 2019; ZACHARIAS; VENTORINI, 2021).

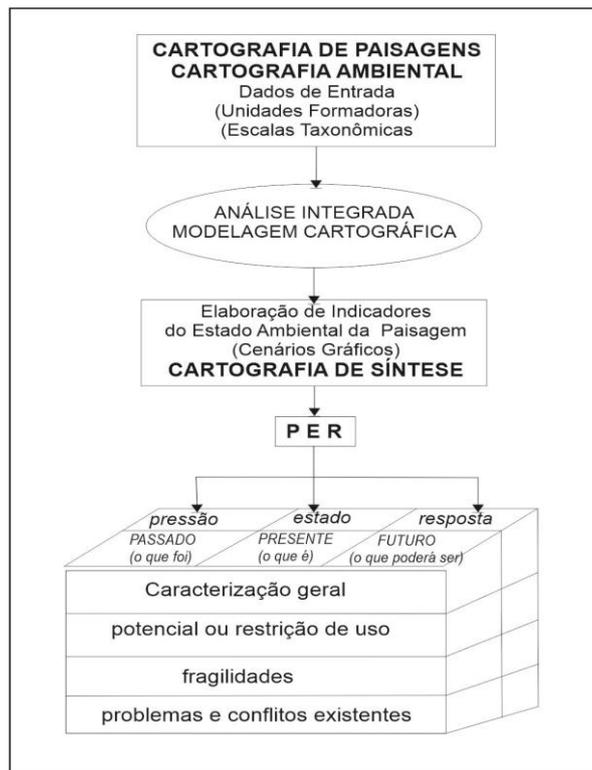
Como parte desse processo, surge a **Cartografia Ambiental (CA)** como um segmento específico da Cartografia Temática, que busca representar graficamente num plano bidimensional (x,y) as complexas relações existentes entre os meios abióticos e bióticos, onde está incluído o homem, ser social, dando origem às cartas ambientais que, entre outras finalidades, servem de base para verificação e reflexão das questões do ambiente, onde está presente a sociedade (SOUSA, 2009; ROVANI; CASSOL, 2012; ZACHARIAS; GUERRA, 2019).

Já a **Cartografia de Síntese (CS)** propõe o mapa final, comumente chamado de mapa síntese, fruto de uma integração de informações, da reconstrução do todo, onde

através das modelagens cartográficas do ambiente (modelagem ambiental), atribui-se pesos hierárquicos de acordo com a importância do fenômeno geográfico na dinâmica da paisagem. Ao final, por uma classificação taxonômica ordenada, as informações gráficas e visuais do mapa são apresentadas junto com as legendas explicativas e propositivas ao planejador, como instrumento e/ou documento cartográfico que subsidia as tomadas de decisões (ZACHARIAS, 2006, 2010; ZACHARIAS; VENTORINI, 2021).

São esses mapas – **CS, CA, e CP**, cuja **SÍNTESE do AMBIENTE na PAISAGEM** – que indicam as áreas com potencialidades e fragilidades da realidade espacial e, conseqüentemente, permitem propostas para o ordenamento territorial (Figura 3), haja vista que, na gestão do território, a representação gráfica (cartografia) tem suma importância, pois permite elencar ideias rápidas, gerais, especializadas e integradoras, acerca do estado e da situação ambiental da paisagem.

Figura 3 – Fases das cartografias (CP X CA X CS) e o modelo PER na elaboração de cenários.



Fonte: Autora (2022), modificado de Zacharias; Guerra (2019).

A COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA E O TRATAMENTO GRÁFICO E VISUAL DOS MAPAS

Pelo supracitado, conclui-se que um mapa permite observar as localizações, as extensões, os padrões de distribuição, e as relações entre os componentes distribuídos no espaço, além de representar generalizações e extrapolações. Principalmente, um mapa deve favorecer a síntese, a objetividade, a clareza da informação e a sistematização dos elementos a serem representados. Garantidas essas qualidades, os mapas temáticos podem ser os melhores instrumentos de comunicação entre planejadores e atores sociais do planejamento, dada sua possibilidade de fornecer a leitura espacial, interpretação, e conhecimento das potencialidades e fragilidades do espaço por meio de representações gráfica e visual (ZACHARIAS, 2006, 2010).

Assim, para a codificação da linguagem cartográfica no plano bidimensional (x,y) os mapas temáticos dos trabalhos científicos devem se atentar para a escolha adequada de 5 (cinco) critérios, necessários para que a comunicação cartográfica da informação geográfica estabeleça uma sistematização na representação espacial do fenômeno geográfico. São eles:

- a) Forma de manifestação do fenômeno: ponto, linha e área;
- b) Forma de abordagem: (qualitativo/diferenças), (quantitativo/quantidades) ou (ordenado/hierarquia);
- c) Forma de apreciação: estática (quando representa apenas uma informação temporal) ou dinâmica (quando representa variações no tempo e no espaço);
- d) Forma de apreensão: elementar (quando individual do fenômeno geográfico, por coleção de mapas) ou em conjunto (representação do fenômeno geográfico no plano bidimensional);
- e) Nível de raciocínio: analítico (quando representa apenas um tema, que será *a posteriori* um indicador ambiental) ou de síntese (quando representa um mapa final, fruto da integração de múltiplas informações por meio da modelagem cartográfica com os indicadores ambientais em diferentes tipos de ambientes).

A respeito da sistematização em representações espaciais na Geografia, algumas questões relativas à **comunicação cartográfica e ao tratamento gráfico e visual dos mapas** mostram-se, ainda como desafios no conhecimento atual dessa área, em cerca de 35% dos trabalhos da Geografia Física avaliados, uma vez que:

- a) Os mapas ambientais e de síntese permanecem utilizando-se de uma linguagem analítica exaustiva e polissêmica, em vez de abordar uma representação gráfica lastreada nos fundamentos da Semiologia Gráfica (*La Graphique*)¹³ de uma linguagem monossêmica adequada (MARTINELLI, 2005a; ZACHARIAS, 2006, 2010).
- b) A polissemia acontece porque, tradicionalmente, na Geografia Física, os trabalhos científicos que apresentam a cartografia de síntese sempre ambicionam esgotar o tema que se propõem representar, superpondo ou justapondo todas as informações, atributos ou variáveis em um único mapa, exprimindo tudo ao mesmo tempo. Realizados desse modo, os mapas não conseguem comunicar a visão de conjunto. Entretanto, são ideais quando se deseja conhecer o arranjo de todos os componentes ambientais em cada lugar (MARTINELLI, 2005a). Há, neste caso, a necessidade de melhor organizar as representações de sínteses para que possam espacializar importantes informações sobre o estado ambiental da paisagem.
- c) Por outro lado, nos trabalhos da Geografia Física, a própria concepção de uma cartografia paisagem, ambiental e de síntese ainda constitui um desafio. Várias tentativas, algumas até bem-sucedidas, foram feitas nesses últimos 16 anos. Mas, carece ainda de um consenso do que seria um mapa do ambiente que represente as diferentes sínteses compostas pelas escalas taxonômicas da paisagem.

Diante desta lacuna ainda existente, Zacharias e Ventorini (2021); Zacharias *et al.* (2021), apresentam uma proposta metodológica, a qual será tratada mais à frente, voltada à sistematização de uma cartografia de síntese que represente o ambiente e o comportamento dinâmico da paisagem, a partir do agrupamento das informações obedecendo às diferentes estruturas da paisagem com a perspectiva da verticalidade e horizontalidade em um mesmo documento. Isso, para que a representação cartográfica síntese do ambiente forneça as informações mais próximas dos diferentes elementos que são vistos e observados na realidade.

Considera-se, nesse sentido, a perspectiva de propor novos rumos quanto à (re)estruturação dos cenários gráficos sínteses utilizados tanto pela Geografia Física quanto pelas demais geociências, apresentando a possibilidade de incluir na legenda explicativa e propositiva do mapa síntese, informações que contemplem a leitura vertical da paisagem (representada pelas escalas taxômicas, onde ocorre a ordenação da maior

¹³ O paradigma semiológico é uma das principais correntes de comunicação cartográfica utilizada e divulgada em estudos geográficos brasileiros. Sendo de cunho estruturalista foi sistematizado na França, na década de 1960, por Jacques Bertin, expoente máximo dessa linha de pensamento, cujo estudo se volta para a explicação dos “signos e sua vida no seio da sociedade”, a partir de três níveis distintos, mas indissociáveis entre si, no processo de comunicação cartográfica: o nível sintático (signos), o nível semântico (conteúdo e significado) e o nível pragmático (efeitos). E para explicar o seu método lógico, onde o mapa se define como uma modalidade que explora visualmente o plano bidimensional (x,y) da representação gráfica, propõe que a comunicação cartográfica se estabeleça a partir tríade leitura composta pelos: a) componentes da imagem gráfica; b) linguagem gráfica; e c) transcrição gráfica e visual. (ZACHARIAS, 2006, 2010; ZACHARIAS; MARTINS, 2018).

para a menor intensidade do fenômeno representado) e a leitura horizontal da paisagem (representadas pelas variações da intensidade do fenômeno representado, pelas interações e dinâmicas influenciadas pelos componentes e atributos geográficos que se inserem na zona do ambiente da paisagem representada).

A GEOINFORMAÇÃO E A MODELAGEM CARTOGRÁFICA DOS PADRÕES ESPACIAIS DO AMBIENTE

Cientificamente, não se pode ignorar o profundo impacto que a inserção da geotecnologia apresentou às técnicas cartográficas. A partir do avanço dos computadores e da adoção das nomenclaturas surgidas no início da década de 1980, com as discussões acerca da “cartografia automatizada”, “cartografia assistida por computador” ou “cartografia digital” para explicar o mapa digital, nota-se que os esforços para o uso e tratamento computacional levaram a uma maneira revolucionária de fazer cartografia (CROMLEY, 1992; MARTINELLI, 2005b; ZACHARIAS, 2006, 2010; ZACHARIAS, *et al.*, 2021), sobretudo àquela destinada aos mapeamentos ambientais, de paisagem e de síntese.

E, com o avanço do geoprocessamento nos trabalhos acadêmicos, sobretudo na década de 1990, tornou-se comum, na cartografia, o uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) para o tratamento da informação espacial (geoinformação) para a elaboração de mapeamentos temáticos, bem como a integração entre cenários e o raciocínio de síntese. Na atualidade, e de forma errônea, observa-se o emprego da nomenclatura “geoprocessamento” para se referir aos mapas que foram elaborados em meio digital, negando a própria essência da Cartografia Digital que está incutida nas interfaces das técnicas de geoprocessamento permitidas pelos SIGs (ZACHARIAS, VENTORINI, 2021).

Por meio dessa popularização cartográfica, de igual modo, muitos fatos foram desmistificados permitindo o aparecimento de uma grande quantidade de mapas, além de outros documentos cartográficos, disseminando a informação geográfica. Entretanto, ainda em dias atuais, cerca de 58% dos trabalhos de Geografia Física avaliados apresentaram uma qualidade aquém dos princípios científicos para os mapeamentos ambientais, de paisagem e de síntese, nos trabalhos científicos apresentados.

Verificou-se, em alguns trabalhos, sérias inconsistências na interface e/ou representação gráfica para a análise (mapa analítico) e síntese (mapa síntese) do ambiente, sendo as mais expressivas destacadas na Tabela 5.

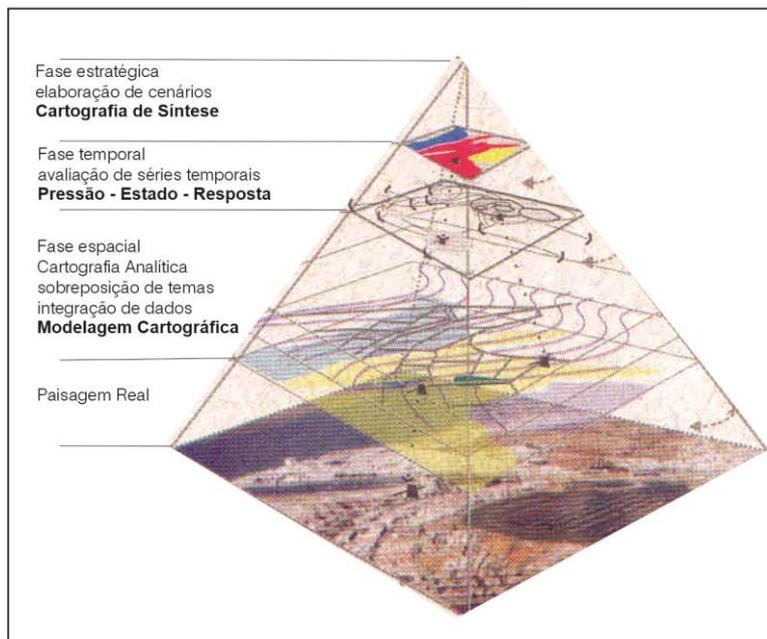
Tabela 5 – Principais Inconsistências na Interface da Representação Gráfica do Mapa.

INCONSISTÊNCIAS IDENTIFICADAS	Qtde	%
1. Mapas Analíticos Qualitativos que foram representados como Mapas Analíticos Ordenados, a partir do momento em que o trabalho científico estabeleceu a ordenação das cores ao representar o fenômeno geográfico pela mancha visual.	25	41,6
2. Confusão entre o que deve estar na legenda e o que deve ser destacado como convenção cartográfica. A legenda trata única e exclusivamente do fenômeno geográfico representado. Assim deverá contemplar somente as informações sobre a mancha visual, a partir das cores utilizadas, para destacar a informação geográfica do fenômeno representado no mapa. Ao passo que as convenções cartográficas não fazem parte da legenda, pois são símbolos internacionalmente criados para identificar um objeto e/ou acidente geográfico no espaço.	35	58,3
3. Ausência da indicação do tipo de Projeção Cartográfica, Fuso e Zona, que indicam o sistema de representação da terra, as latitudes e longitudes do fenômeno geográfico representado, imprescindíveis para o entendimento e estabelecimento da relação geodésica (Base da Geoinformação).	20	33,3
4. Erroneamente, somente o emprego da Escala Numérica no mapa elaborado, suprimindo a principal, que é a Escala Gráfica.	10	16,7
5. No mapa síntese, a maior inconsistência foi a ausência da Legenda Explicativa e Propositiva, que é parte essencial de sua interface gráfica. Comumente, alguns mapas sínteses, só destacaram as classes das legendas, sem associar-lhes, ao lado, o texto explicativo, negando a própria ideia de um mapa síntese, onde todas as informações devem constar no mesmo documento cartográfico.	40	66,7
TOTAL (22 Teses e 38 Dissertações)	60	(100%)

Fonte: Autora (2023).

Portanto, para que suas informações - gráfica e visual - sejam realmente compreendidas faz-se necessário, prioritariamente, planejar a própria cartografia dos mapeamentos de forma que representem com fidelidade as características e/ou informações relevantes do ambiente nas paisagens inventariadas. E, para que isso ocorra, o planejador e redator gráfico devem simular suas representações estabelecendo o princípio da transcodificação do cenário real (ambientes visíveis da paisagem do/no espaço terrestre) para a codificação no cenário gráfico (mapa com a representação gráfica e visual compostos pelos atributos e componentes geográficos na paisagem). Esse trabalho leva desde o emprego das regras da interface gráfica do mapa à elaboração de mapas por temas (*cartografia analítica*), até o mapa síntese (*cartografia de síntese*), sendo, neste último, possível ordenar as diferentes escalas taxonômicas da paisagem (Figura 4).

Figura 4 – Transcodificação do cenário real para o cenário gráfico (da análise à síntese).



Fonte: Santos (2004), adaptado pela autora (2022).

As considerações supracitadas, desse modo, nos remetem à análise dos maiores e complexos desafios, ainda prevalentes, no universo da Geografia Física, que é a sistematização dos procedimentos para obter a cartografia de síntese do/no trabalho científico. Os contratempos observados geralmente surgem, a partir do momento em que as representações computacionais passam a ser os caminhos metodológicos para a **modelagem dos padrões espaciais do ambiente**, visando o produto final - a síntese - que compõe o documento cartográfico integrador e normativo com as informações ambientais inseridas na paisagem.

Nessa condição, chama-se atenção para os 4 (quatro) critérios essenciais, que estão incutidos nesse processo:

- a) **Seleção dos indicadores ambientais**, como os parâmetros que têm a capacidade de descrever um estado e/ou situação dos fenômenos que ocorrem no ambiente, torna-se o principal ponto de partida. Nesse caso, ao se pensar em estratégias metodológicas para as suas estruturações, é necessário levar em consideração que os indicadores ambientais devem ser organizados de acordo com a natureza de sua informação, classificados nos 6 (seis) indicadores observados no Quadro 3.

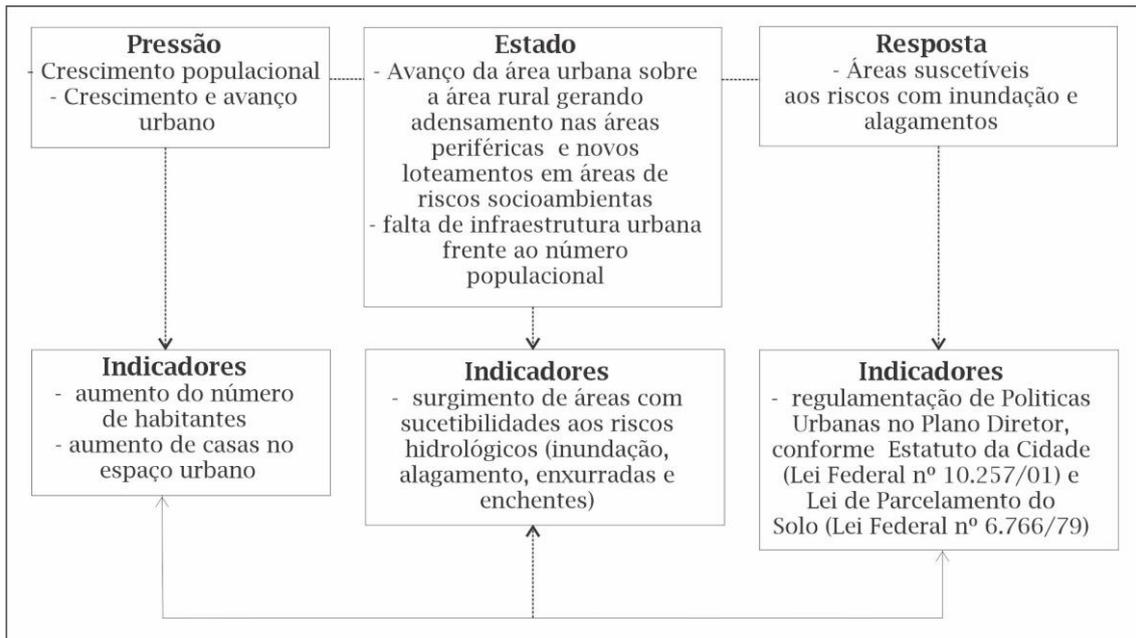
Quadro 3 – Grupo de indicadores ambientais de acordo com a natureza da informação.

NATUREZA DA INFORMAÇÃO	INDICADORES AMBIENTAIS
Indicadores Naturais	Drenagem, Topografia, Hipsometria, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Clima e Vegetação Natural
Indicadores Morfométricos	Declividade, Orientação de Vertentes, Hierarquização de Bacias Hidrográficas e Densidade de Drenagem, Dissecação (Horizontal e Vertical) e Energia do Relevo
Indicadores Antrópicos	Uso e Cobertura da Terra (UCT), Uso e Ocupação do Solo, Evolução Urbana
Indicadores Socioeconômicos	Qualidade de Vida - Demografia, Saúde, Trabalho, Educação, Renda, Habitação e Condições de Moradia
Indicadores de Infraestrutura de Serviços	Saneamento Básico e Segurança Pública
Indicadores Legais	Leis Nacionais, Estaduais e Municipais

Fonte: Autora (2023), adaptado de Zacharias; Ventorini (2021).

- b) **Classificação dos Indicadores** torna-se a sequência e um dos pontos intermediários essenciais no entendimento do processo para conhecer as potencialidades, fragilidades, e vocações atuais e futuras do ambiente da paisagem. Embora pouco utilizado nos trabalhos da Geografia Física brasileira, o **PER (Pressão/Estado/Resposta)** amplia a possibilidade de oferecer, aos dados científicos, uma sistematização para agrupar os indicadores de lugares caracterizados pelos agrupamentos dos atributos dos componentes geográficos, tomando-se como base o clássico modelo PER da paisagem (Figura 4), uma vez que, na representação de síntese, a integração das informações espaciais ocorre em diferentes tipologias, classificadas hierarquicamente em unidades taxonômicas. Para cada área espacialmente hierarquizada e representada no mapa síntese, atribui-se um conjunto de normas específicas, dirigidas para o desenvolvimento de atividades e para a conservação do meio. Essas normas definem políticas de orientação, consolidação, e revisão de alternativas existentes, ou mesmo, a formulação de novas alternativas de ação (ZACHARIAS, 2006, 2010; ZACHARIAS; GUERRA, 2019). Neste caso, o modelo PER auxilia: i) no entendimento do que foi (cenário passado), o que é (cenário real), o que será, se medidas não forem tomadas (cenário futuro tendencial), como deveria ser (cenário futuro ideal), frente às potencialidades e restrições naturais de uma paisagem; e ii) na atribuição dos pesos hierárquicos, quando a integração dos dados partirem para um método cuja modelagem cartográfica do ambiente é associada à abordagem numérica.

Figura 5 – Exemplo de Classificação de Indicadores - Modelo PER.



Fonte: Autora (2023).

- c) **Ponderação dos dados** é o momento de atribuição de pesos quantitativos conforme o grau de importância do indicador ambiental (Quadros 4 e 5), quando o método de modelagem cartográfica tem abordagem quantitativa, visando a atribuição de pesos hierárquicos a uma matriz de comparação e correção no SIG, na qual os valores numéricos passam a ser avaliados pelo grau de importância de uma característica sobre a outra num determinado ambiente inserido na paisagem.

Quadro 4 - Atribuição de Pesos nas Classes de Fragilidade dos Solos - ROSS (1994).

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
MUITO BAIXA (1)	Latossolo roxo, Latossolo vermelho escuro e vermelho amarelo-textura argilosa
BAIXA (2)	Latossolo amarelo e vermelho, amarelo-textura média/argilosa
MÉDIA (3)	Latossolo vermelho-amarelo, Terra roxa, Terra bruna, Podzólicos vermelho-amarelo-textura média/argilosa
FORTE (4)	Podzólico vermelho amarelo textura média/arenosa, Cambissolos
MUITO ALTA (5)	Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas

Fonte: Autora (2023).

Quadro 5 – Atribuição de Pesos no Grau de Proteção e Tipos de Cobertura Vegetal e Usos da Terra - ROSS (1990).

GRAU DE PROTEÇÃO	TIPOS DE COBERTURA VEGETAL / USOS DA TERRA
MUITO ALTA (1)	Florestas/matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade.
ALTA (2)	Formações arbustivas com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária cerrado denso, capoeira densa). Mata homogênea de pinus, densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau.
MÉDIA (3)	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento (café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens de baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosques de nativas).
BAIXA (4)	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja, com solo exposto entre ruas), cultivo de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento).
MUITO BAIXA a NULA (5)	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por aração/gradagem, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagem, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Autora (2023), adaptado de Zacharias; Ventorini (2021).

- d) **Integração dos indicadores ambientais** é o momento final e, portanto, o ponto de chegada onde se estabelece a classificação das estruturas verticais (taxonomia) e horizontal (características dos componentes e fenômenos geográficos) inseridos no ambiente estudado. O procedimento é feito por meio da discretização, segmentação, e estratificação do ambiente da paisagem, em unidades territoriais homogêneas. O método consiste em agrupar pontos com características e funções comuns (discretização); segmentar os agrupamentos por setores; e denominar cada setor segundo as características por meio de inferência espacial para integração dos dados, cujos produtos são os mapas sínteses (estratificação).

Atualmente existem vários operadores de inferência geográfica e espacial voltados à integração de dados. Dentre os **51 trabalhos avaliados** que utilizaram da integração para obter a cartografia de síntese, destacaram-se, nos trabalhos científicos da Geografia Física brasileira, os métodos quantitativos e suas porcentagens, apresentados nos Quadro 6.

**Quadro 6 – Métodos de modelagem cartografia do ambiente
(qualitativa e quantitativa).**

MÉTODOS DE MODELAGEM CARTOGRÁFICA ASSOCIADOS À ABORDAGEM QUALITATIVA			
MÉTODO	FINALIDADE	Qtde	%
MÉTODO DA SOBREPOSIÇÃO (OVERLAY) (SANTOS, 2004)	Esse método é representado pelos sucessivos cruzamentos binários que vão, passo a passo, compondo os mapas intermediários, até resultarem no mapa síntese. Assim, envolveram a identificação dos temas, a preparação de mapas para cada tema (mapas analíticos), e a geração de mapa síntese resultante da sobreposição dos mapas dois a dois.	5	9,8
MÉTODO DO ABC (SANTOS, 2004)	O Método ABC é indicado para planejamentos que pretendem classificar, delimitar e delinear feições da paisagem. Assim, na: <u>1ª ETAPA</u> - o método <u>separa</u> , entre os dados de entrada, aqueles que se referem à <u>caracterização estrutural e funcional</u> de cada tema; <u>2ª ETAPA</u> - os temas são reunidos em três grandes temáticas: <u>abiótico, biótico e histórico-cultural</u> ; <u>3ª ETAPA</u> - os conteúdos são cruzados entre si, de forma a resultarem em: <u>a) áreas significativas</u> : não apresentam riscos e são áreas importantes; <u>b) áreas restritivas</u> : apresentam algum tipo de risco; <u>4ª ETAPA</u> - os mapas são sobrepostos (método da sobreposição), onde são gerados dois mapas sínteses: a) áreas ambientalmente significativas; b) áreas ambientalmente restritas.	3	5,9
MÉTODO GAP (SANTOS, 2004)	O método GAP é muito utilizado para planejamentos ligados à unidade de conservação. Assim, seu propósito é identificar espécies ou comunidades desprotegidas. Seus cruzamentos, por isso, permitem definir as unidades espaciais de interesse à conservação para manutenção das espécies indicadoras.	1	2,0
MÉTODOS DE MODELAGEM CARTOGRÁFICA ASSOCIADOS À ABORDAGEM QUANTITATIVA			
MÉTODO DA LÓGICA BOOLEANA (CÂMARA <i>et al.</i> , 2001)	Método com possíveis cruzamentos entre três temas (A, B e C), a partir de lógica booleana, que geram mapeamentos derivados. Assim, o método estabelece limites a partir de informações consideradas falsas (atributo 0 – zero) e verdadeiras (atributo 1 – um), tendo como base a combinação lógica de mapas binários resultantes da aplicação de operadores indicando condições com AND / NOT / OR / XOR.	3	5,9
MÉTODO DA LÓGICA FUZZY (CÂMARA <i>et al.</i> , 2001)	Método muito utilizado para modelar as incertezas dos fenômenos geográficos. Assim, é uma extensão da lógica booleana que tem sido estendida, para manipular o conceito de “verdade parcial”, ou seja, modelar os valores compreendidos entre “completamente falso” ou “completamente verdadeiro”.	7	13,73

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

MÉTODO CLUSTER (BRAS <i>et al.</i> , 2020)	A análise de cluster é uma técnica estatística multivariada, usada para classificar elementos em grupos, de forma que elementos dentro de um mesmo cluster sejam muito parecidos, e os elementos em diferentes clusters sejam distintos entre si. Para definir a semelhança – ou diferença – entre os elementos, é usada uma função de distância. Nota-se que esta técnica, muito comum na estatística, para grandes quantidades de números, é também semelhante aos princípios de cartografia de paisagens, onde o interesse está em determinar elementos homogêneos e heterogêneos, passíveis de “agrupamentos” ou “fragmentos” em diferentes hierarquias para, finalmente, simplificar sua representação. O resultado para este procedimento é um dendrograma formado pelo agrupamento das unidades de paisagens em níveis de distância dos clusters formados.	4	7,84
MÉTODO DA ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA – AFE (CUTTER <i>et al.</i> , 2003)	A técnica da AFE trata-se de uma organização estatística dos dados de forma a permitir que as variáveis que mais contribuem com o objeto de estudo apareçam, destacando-se das demais. Assim, se fundamenta em um procedimento que envolve três grupos metodológicos: a seleção das variáveis, a análise fatorial e a representação dos dados no ambiente SIG. A seleção de variáveis é responsável pela coleta, seleção, e organização dos dados utilizados, gerando os mapas de criticidade e capacidade de suporte. A análise fatorial pode ser relacionada ao método estatístico em si que gera os fatores explicativos para a obtenção dos valores de vulnerabilidades preteridos, a partir da Análise de Componentes Principais (ACP). Ao passo que, por último, os procedimentos em ambiente SIG, permitem a representação espacial dos dados obtidos em forma de mapas cartográficos que podem auxiliar na interpretação do ambiente da paisagem na área estudada.	4	7,84
MÉTODO AHP – AMD (SAATY, 1980; OGATO <i>et al.</i> , 2020)	O Processo Analítico Hierárquico - AHP ¹⁴ é uma metodologia de Análise Multicritério à Decisão (AMD) baseada em SIG, que propõe o tratamento de problemas de escolha complexos, de forma simples. Assim, considera a tríade da “CONSTRUÇÃO DE HIERARQUIAS; PRIORIZAÇÃO/JULGAMENTOS PARITÁRIOS; CONSISTÊNCIA LÓGICA” para garantir os princípios do pensamento analítico, entendendo que a estruturação dos critérios consiste em modelar o problema de decisão numa estrutura hierárquica, a qual, partindo do objetivo principal, decompõe-se em vários critérios necessários ao alcance do objetivo, formando uma camada de critérios. Cada elemento desta camada, por sua vez, pode ser decomposto em dois ou mais critérios, e assim sucessivamente, tornando mais fáceis o tratamento e a compreensão do problema.	15	29,4
TOTAL		42	82,4
Quantidade de trabalhos que não indicaram os caminhos metodológicos do Mapa Síntese		9	17,6
Quantidade de trabalhos que utilizaram a cartografia de síntese e integração de dados nos trabalhos científicos		51	100%

Fonte: Autora (2023).

¹⁴ Termo também conhecido como Análise Hierárquica de Pesos – AHP.

Pelo Quadro 6 é possível identificar que os trabalhos da Geografia Física brasileira optam por diferentes operadores de inferência geográfica e espacial, voltados à integração de dados, sendo que em seus trabalhos científicos, a modelagem cartográfica do ambiente pela abordagem quantitativa utilizando a lógica Fuzzy (13,73%) e a AHP-AMD (29,4%) são os métodos preponderantes. Todavia, ainda é comum trabalhos que utilizam os métodos de modelagem pela abordagem qualitativa, sendo a simples técnica de sobreposição *overlay* (9%) a mais procurada neste caminho do mapa síntese.

Mas, o que nos chama atenção é que ainda existe um número relativamente considerável de trabalhos (17,6%) que sequer descrevem os caminhos metodológicos para a integração dos dados e a elaboração dos mapas síntese em seu texto científico, contradizendo a própria dinâmica, aferição, e acuidade, do universo de trabalho da Geografia Física.

Neste caso, avaliando o método mais utilizado e procurado pelos trabalhos da Geografia Física, o Processo Analítico Hierárquico – AHP (29,3%), destaca-se que esta análise multicritério foi criada por Thomas L. Saaty, na década de 1970, na escola superior norte-americana “School Wharton”, vinculada à Universidade da Pensilvânia. Desde então, tem sido, ao longo dos últimos vinte anos, muito popular entre os usuários de SIG, existindo uma vasta literatura sobre o assunto. Mas, trabalhos que mostrem de forma prática as certezas e incertezas sobre a consistência lógica de seu método, inerentes aos dados utilizados para a análise espacial, ainda carecem de revisões e aprofundamentos, inclusive pela Geografia brasileira.

Neste sentido Moura; Jankowski (2015), afirmam que:

[...] a ideia de multicritério não é nova. Ela começou com a abordagem sistêmica, a partir dos anos de 1950, com as investigações do biólogo Ludwig Von Bertalanffy (1975), que propuseram estudos interdisciplinares segundo a teoria geral dos sistemas. A realidade é vista como a justaposição e interposição de variáveis compondo um sistema em que as variáveis são interdependentes e qualquer alteração resulta em alterações de todo o conjunto. A ideia de análise como um processo é baseada na promoção da representação abstrata dos fenômenos, de modo a favorecer suas explicações por modelos que permitam suas descrições. Na década de 1960, Chorley e Hagget (1967) desenvolveram estudos sobre sua aplicação à geografia, contribuindo para a compreensão dos modelos de análise espacial. (MOURA; JANKOWSKI, 2015, p. 667).

E, quando aplicada à inferência espacial visando à elaboração de cenários gráficos para tomada de decisão voltada a ações socioambientais, pelo menos três grandes vantagens, por sua escolha, na modelagem do ambiente, podem ser apontadas, segundo Zacharias; Ventorini (2021):

facilita a integração de variáveis, baseada em álgebra de mapas, onde seus modelos permitem uma maior flexibilidade nas combinações de mapas temáticos com pesos, onde cada valor “x” é associado a um valor “y”, fornecido através da função de pertinência e o par ordenado, estabelecendo o raciocínio lógico e hierárquico dos padrões espaciais (CÂMARA, *et al.*, 2001). Os valores de pertinência estabelecidos refletem a importância de cada mapa (mensuração absoluta), na importância relativa (mensuração relativa) de cada classe das variáveis ponderadas em um mapa;

por ser uma teoria que congrega um raciocínio matemático e a lógica quantitativa, sua aplicabilidade, na tomada de decisão, torna-se amplamente eficaz (CHRISTOFOLETTI, 1999). Primeiro, por organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência dos julgamentos. Segundo, por viabilizar a sistematização de indicadores socioambientais sobre o ambiente a partir do momento em que as representações computacionais passam a ser os caminhos metodológicos para a atribuição de pesos quantitativos, conforme o grau de importância do indicador socioambiental, visando a análise integrada, bem como a modelagem de seus padrões espaciais;

a possibilidade de elaboração de modelos matemáticos nos quais a atribuição dos pesos atribuídos aos indicadores ambientais, calculados pela matriz de comparação e pareação, torna-se um importante caminho para a elaboração de cenários gráficos (mapas) que avaliam os graus de potencialidades e/ou fragilidades mais próximos da realidade, se consideramos a reflexão de Cunha *et al.* (2011) de que “[...] a natureza não possui limites rígidos e estáticos, portanto para uma análise ambiental esta técnica é a que melhor representa de maneira mais complexa os fenômenos naturais”.

O CENÁRIO GRÁFICO DA CARTOGRAFIA DE SÍNTESE PELA MODELAGEM CARTOGRÁFICA DO AMBIENTE: AS ESTRUTURAS VERTICAIS E HORIZONTAIS E A PROPOSTA METODOLÓGICA¹⁵

Diante dos dados apresentados, algumas inquietações são necessárias, no sentido de pensar propostas metodológicas para a sistematização de um cenário gráfico de cartografia de síntese que represente o ambiente (cartografia ambiental) por meio de mapas que traduzem o comportamento dinâmico da paisagem (cartografia de

¹⁵ Proposta metodológica apresentada em Zacharias; Ventorini (2021) e aplicada em Zacharias *et al.* (2021).

paisagem). E, para explicar esse processo complexo na síntese do ambiente, o cenário gráfico deve considerar que a estrutura da paisagem é derivada pela dinâmica que compõe e regula suas diferenças espaciais (zonais ou azonais) e, assim, tem como fator determinante o estado qualitativo dos elementos que formam o ambiente, de modo que apresenta diferenciação em suas interações, a partir do entendimento de suas estruturas verticais (taxonomia/ordenação/patamares) e horizontais (diferentes componentes geográficos).

Então resta a expressiva pergunta e, talvez, um dos desafios ainda persistentes atualmente, o de como subsidiar um cenário gráfico voltado à cartografia de síntese que atenda, na representação espacial, as necessidades de: **1.** adequada legibilidade quanto à representação das informações espaciais que qualificam as diferentes estruturas de paisagem: a vertical (taxonomia) e a horizontal (componentes geográficos)? **2.** revelar, sem ambiguidades, o conteúdo embutido em sua informação gráfica e visual? **3.** mobilizar um discurso esclarecedor e crítico, desmistificando a função social do mapa em detrimento de propostas voltadas ao ordenamento territorial, com ações socioambientais? **4.** considerar que as relações dinâmicas da sociedade com a natureza, no decorrer do tempo e espaço, transformam o ambiente na paisagem do espaço geográfico da qual o documento cartográfico sintetiza? (ZACHARIAS; VENTORINI, 2021).

Acredita-se que somente através do agrupamento das informações nas diferentes estruturas da paisagem (vertical e horizontal) em um mesmo documento é que a representação cartográfica de síntese do ambiente fornecerá as informações mais próximas dos diferentes elementos que são vistos e observados na realidade. E, para isto, ela deverá ser transcrita de maneira sistematizada e ordenada visualmente segundo os diferentes níveis de leitura compostos por suas estruturas verticais e horizontais, representados no plano bidimensional do espaço geográfico, codificadas por meio das dimensões do real (x, y, z, t) - Figura 5 - onde a:

Estrutura Vertical: indica as unidades espaciais elementares, agrupadas pelas ordens de grandezas onde o fenômeno se manifesta no ambiente, que compõe a paisagem. Logo, sua hierarquia pode variar desde muito alto, a alto, médio, baixo ou muito baixo, dependendo da quantidade de classes atribuídas para valorizar verticalmente e gradativamente as diferentes escalas taxonômicas (do maior para o menor) na ordenação da informação espacial da paisagem;

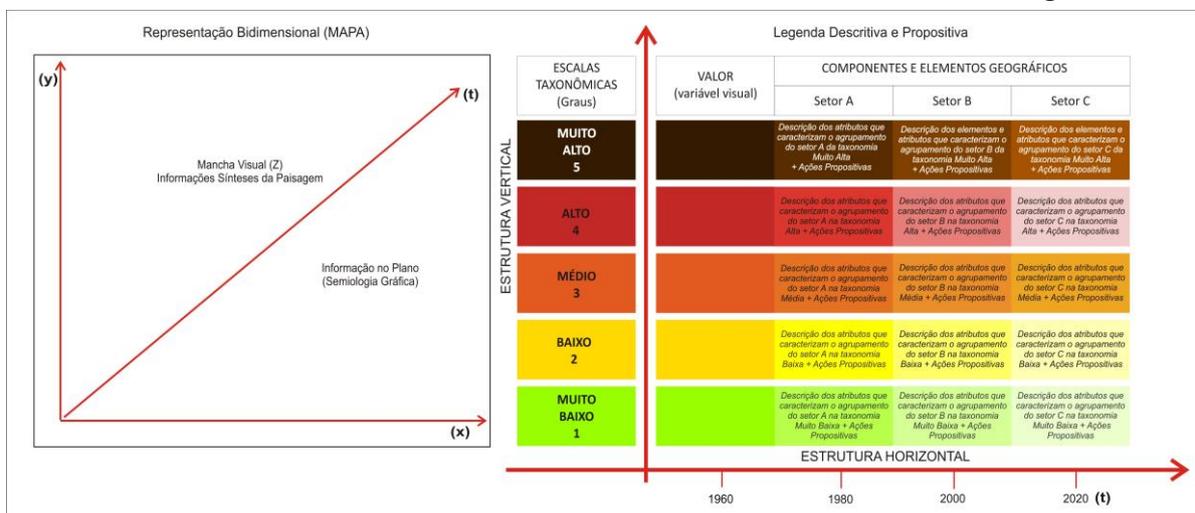
Estrutura Horizontal: indica os respectivos atributos ou variáveis que diferenciam as características dos componentes e elementos dos fenômenos geográficos do ambiente na paisagem. Ela surge com a reclassificação da estrutura vertical em classes intermediárias reagrupadas que mostram as diferenças observadas na horizontalidade dos ambientes (ambiental, social e natural) na paisagem. Isso quer dizer que em qualquer escala taxonômica (muito alta a muito baixa) existem diferentes características, muitas vezes individualizadas, frente ao tipo de uso e cobertura no sistema ambiental, em detrimento das potencialidades e fragilidades ambientais características dessa paisagem;

Dimensão (x,y), no plano, é a própria representação bidimensional do mapa. Aplicada ao mapeamento ambiental, por exemplo, a representação bidimensional restringe-se à transcodificação da paisagem visível do mundo real para a visão horizontal gráfica do mapa, onde as duas dimensões do plano (x e y) ganham destaque pelo componente locacional que exercem quanto à posição longitudinal (x) e latitudinal (y);

Dimensão (z) é a informação gráfica do mapa, ou seja, a mancha visual no plano, observada pelos signos representados no cenário gráfico, a partir da propriedade perceptiva ordenada, considerando o modo de implantação zonal (área) mensuradas pela variável visual cor (pela perspectiva das cores gradativas)¹⁶;

Dimensão (t) são as mudanças espaciais que tanto as estruturas verticais, quanto as horizontais sofrem no ambiente da paisagem ao longo do tempo.

Figura 5 – Proposta Metodológica – Cenário Gráfico e Visual da Cartografia de Síntese de acordo com as Estruturas Verticais e Horizontais do Ambiente na Paisagem.



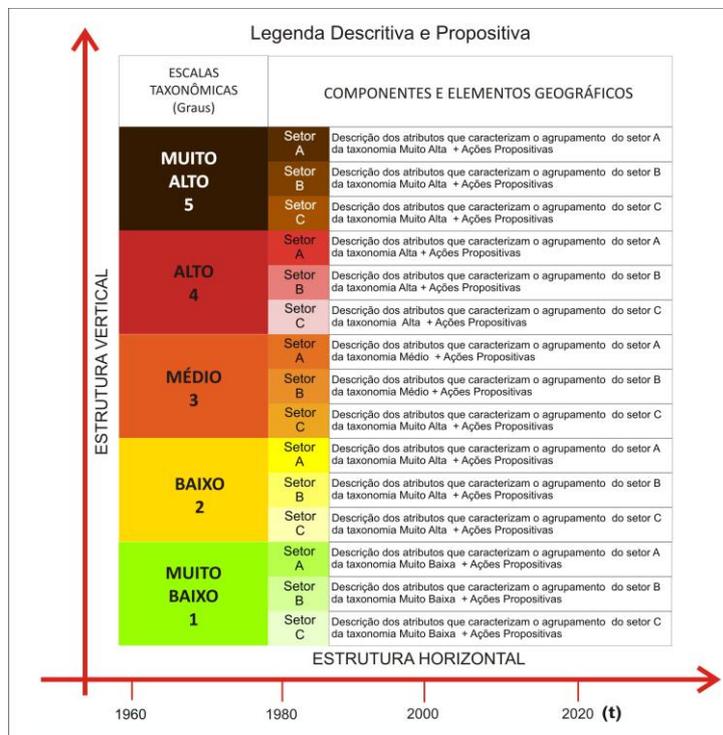
Fonte: Zacharias; Ventorini (2021).

¹⁶ Vale destacar que pela Semiologia Gráfica temos: a) três propriedades perceptivas (qualitativo/seletivo, quantitativo e ordenado); b) três modos de implantação (pontual, linear e zonal); e c) seis variáveis visuais (cor, valor, granulação, textura, orientação e forma). Todavia, como na Cartografia de Síntese, é atribuída a ordenação para valorizar o agrupamento de áreas homogêneas.

Pela Figura 5 é possível observar que as Escalas Taxonômicas são dispostas na estrutura vertical, na qual sua ordenação ocorre pelas cores gradativas onde estão associadas às classes hierárquicas segmentadas em 5 intervalos (muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo). Ao passo que os componentes e elementos geográficos são elencados na estrutura horizontal, na qual podemos identificar a reorganização do espaço geográfico em subclasses, em detrimento de diferenças e semelhanças identificáveis no ambiente da paisagem.

Posto o cenário gráfico, ainda pode se fazer a remodelagem da dimensão (taxonômica) e da constituição (componentes e elementos geográficos) no convencional formato de uma legenda descritiva e propositiva para o cenário gráfico que estabelece os princípios da cartografia de síntese, por ser um documento cartográfico elaborado para obter a leitura espacial e geográfica das potencialidades, fragilidades e/ou restrições frente às dinâmicas e interações identificáveis em suas estruturas vertical (taxonomia) e leitura horizontal (Figura 6).

Figura 6 – Reorganização da legenda descritiva e propositiva na cartografia de síntese de acordo com as estruturas verticais e horizontais do ambiente na paisagem.



Fonte: Zacharias e Ventorini (2021).

Assim, esta proposta metodológica de legenda descritiva e propositiva (figuras 5 e 6) da cartografia de síntese, tem a vantagem de: **1)** apresentar as influências que as ordens de grandezas, indicadas pelos graus de organização dos fenômenos atribuídos na verticalidade (taxonomias – leitura vertical), exercem em um espaço; **2)** compor a individualização da paisagem pelos diferentes agrupamentos das características dos componentes e elementos geográficos que estão inseridos na horizontalidade do ambiente (componentes geográficos – leitura horizontal); **3)** além de evidenciar que, dentro de uma mesma classe, atribuída no mapa por uma cor, temos intensidades diferentes da ocorrência do fenômeno no ambiente da paisagem; **4)** destacar as ordens de grandezas em que ocorrem o fenômeno geográfico, através de uma leitura sobre a dinâmica do ambiente da paisagem, entendendo-a pela leitura da escala vertical e, também, pela leitura da escala horizontal, onde as interações ocorrem.

É nesse contexto que aparece a originalidade da discussão levantada, bem como da proposta de cenário gráfico e visual quando aplicado à cartografia de síntese. Pelo fato de a representação cartográfica ser elaborada contemplando os níveis de leitura das estruturas (vertical e horizontal) da paisagem, compostas pelas classes intermediárias na horizontalidade, o cenário gráfico passa: a) a indicar a dinâmica e o arranjo espacial do ambiente na paisagem com informações que vão do conjunto ao detalhe, e do detalhe ao conjunto; b) a revelar questões mais peculiares no cenário gráfico socioambiental, do geral para o individual, até que as informações transcritas e codificadas no mapa tenham revelado todas as relações observáveis no ambiente da paisagem real. A partir daí, é possível propor políticas ambientais para a eficiência da gestão territorial, a qual será detalhadamente mitigada e indicada nas legendas descritivas e propositivas que compõem os mapas sínteses.

Na atualidade, ao contrário da proposta metodológica apresentada, o que mais se observa é a elaboração de uma cartografia de síntese composta pelo cenário gráfico apenas com a estrutura vertical da paisagem, e com uma legenda que não é descrita e propositiva. As informações da estrutura horizontal, quando aparecem, habitualmente ficam no texto do trabalho acadêmico.

No entanto, a cartografia de síntese se configura, antes de tudo, como um cenário gráfico e visual da realidade estudada, a qual é suscetível de ordenamentos,

classificações e categorizações de áreas supostamente homogêneas, propiciando, assim, condições para as etapas futuras relacionadas ao diagnóstico, monitoramento e prognóstico de medidas mitigadoras do cenário ambiental enfocado. Esses fatores se tornam indispensáveis para a realização de trabalhos que norteiam propostas voltadas ao planejamento ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer das discussões e preocupações explicitadas, pode-se constatar que a emergência da questão ambiental, no âmbito mundial e nacional, continua propondo novos desafios, caminhos metodológicos e rumos à Geografia Física brasileira. Essa tendência, aliada às necessidades de estudos contemporâneos, implica o fato de que as preocupações dos geógrafos atuais se vinculam à demanda socioambiental. Por conseguinte, os estudos relativos à análise da dinâmica da paisagem e suas interações passam a ser um dos caminhos mais trilhados, onde a natureza aparece incorporada a essas análises, compreendida pelas suas formas de apropriação, ou em relação aos impactos da relação entre sociedade e natureza.

Neste íterim, a cartografia de síntese assume sua conotação relevante, uma vez que: **a)** através do inventário, tem a capacidade de ordenar, classificar, dividir ou integrar temas num dado espaço, onde o mapa não é produzido a partir de uma simples representação espacial da informação. Ele traduz um processo de construção de conhecimento que define, através da linguagem gráfica e visual, as fragilidades, potencialidades e/ou restrições dos diferentes ambientes inseridos na paisagem; **b)** fornece um método que permite a representação de um fenômeno, ou de um elemento no espaço geográfico, de tal forma que a suas estruturas espaciais passam a ser identificadas pelas tipologias, atributos e componentes mapeados, permitindo que se infira conclusões ou experimentos a partir desse método de representação.

No entanto, baseando-se nos trabalhos avaliados, a partir das indicações encaminhadas pelos diferentes PPPG das IES brasileiras, com a perspectiva de concorrerem ao Prêmio “Aziz Nacib Ab’Saber”, da melhor dissertação de mestrado e tese de doutorado na área de Geografia Física brasileira, durante o XIV ENANPEGE/2021,

destacaram-se como pontos convergentes, divergentes e os desafios a vencer, neste campo de atuação, as reflexões:

1. A representação espacial (mapeamento temático), do analítico à síntese, faz parte do universo da Geografia Física brasileira, mensurada em cerca de 96,7% (Tabela 3), como uma importante técnica, que busca espacializar os conhecimentos aferidos pelas subáreas de seus campos científicos de atuações. Assim, considerando esses dados, sem dúvida, a cartografia de síntese, representada em 85% dos trabalhos, igualmente, tem suma importância para a espacialização dos dados científicos, sobretudo, por permitir leituras taxonômicas do estado ambiental, bem como da situação espacial da paisagem, por meio da elaboração de cenários de sínteses contextualizados sob as variadas formas de linguagens cartográficas e gráficas, como os mapas, as matrizes, os diagramas, as redes, ou mesmo os índices.
2. Embora as diferentes técnicas e métodos ofereçam uma cartografia integradora, ainda se faz necessário repensar se os cenários gráficos propostos codificam as informações observadas do real. Diante de tal constatação, acredita-se que esse subsídio só será possível através de mapas que possibilitem a elaboração de cenários gráficos (mapeamentos temáticos) que contemplem a tríade relação NATUREZA-SOCIEDADE-CULTURA, representando, além de paisagens naturais, também as paisagens resultantes das grandes transformações induzidas pelas políticas e atividades humanas sobre os recursos naturais. Neste caso, é importante salientar que isso só será possível por meio de representações cartográficas que viabilizam, no plano bidimensional (x,y), informações sobre as escalas taxonômicas (estrutura vertical) e os diferentes elementos e atributos dos componentes geográficos (estrutura horizontal) da paisagem, inseridos nas dimensões (x,y,z,t) do mapa, acompanhado da legenda descritiva e propositiva dos diferentes ambientes que compõem a paisagem no real.
3. Todavia, outra grande questão prevalente, aparece quando intentamos pensar em: como construir um método de análise espacial que vise, por um lado, a construção de modelos descritivos e hierárquicos de um território e, por outro, a integração de variáveis espaciais, sob a forma de mapas temáticos, no ambiente do Sistema de Informação Geográfica (SIG), a fim de encontrar soluções adequadas frente aos desequilíbrios naturais ou pelas atividades humanas? Neste ínterim, os métodos cartográficos com abordagem quantitativa fornecem os caminhos mais seguros para a codificação e a transcodificação dos ambientes inseridos na paisagem real, por se apresentarem como o método que auxilia a tomada de decisão por parte do pesquisador e a análise de fenômenos específicos de cada objeto de estudo modelado, mesmo diante das incertezas analíticas e hierárquicas. E, neste caso, a análise multicritério (presente em 29,4%) assume uma importante conotação na inferência espacial para a integração de dados. Primeiro, porque reúne uma série de procedimentos metodológicos que ajudam a organizar e estabelecer um modelo matemático racional de combinação de dados baseado em álgebras de

mapas com diferentes possibilidades de critérios e ponderação no estudo de uma área complexa. E, segundo, porque tal constatação tem sido considerada como uma das mais promissoras no contexto do processo de tomada de decisão. Por outro lado, os trabalhos da Geografia Física ainda estão aquém dos mapeamentos geoespaciais contemporâneos, visualizados e viabilizados pelas técnicas da geovisualização em SIG, os *WebGis* e *WebMap*, amplamente utilizados no campo científico dos EUA e em alguns países da Europa. Dentre os 51 (cinquenta e um) trabalhos avaliados, infelizmente, nenhum (0,0%, Tabela 3) apresentou interfaces gráficas compostos por mapas analíticos e de sínteses expressos em multimídias, interatividades, e animações viabilizadas pelas variáveis visuais dinâmicas e não visuais. Somente foram apresentados mapas com exibições estáticas, codificadas pelas variáveis visuais retilíneas da semiologia gráfica. Talvez seja o principal desafio e caminho a vencer, por este campo de atuação.

4. As inconsistências na interface da representação gráfica do mapa, apresentadas na Tabela 4, mostram-se, ainda, como entraves a serem superados pelos cientistas da área, com destaque para: **a)** mapas analíticos qualitativos, que foram representados como mapas analíticos ordenados (41,6%); **b)** dédalo entre o que deve estar na legenda e o que deve ser destacado como convenção cartográfica (58,3%); **c)** ausência da indicação do tipo de projeção cartográfica, fuso e zona (33,3%); **d)** ausência do emprego da escala numérica no mapa (16,7%); e **e)** ausência da legenda explicativa e propositiva no mapa síntese (66,7%). Além, ainda, de alguns trabalhos sequer trazerem os caminhos metodológicos, quanto ao agrupamento dos indicadores ambientais e atribuição de pesos hierárquicos aos dados geográficos, para se obter a síntese, sendo que este é o “segredo” para aferição e validação das informações codificadas nas representações gráficas.

Assim, face ao exposto, espera-se com este trabalho, além de iniciar algumas reflexões, também compartilhar preocupações e dilemas que ainda se perpetuam no caminho da Geografia Física, pela busca de uma cartografia de síntese que represente graficamente os diferentes ambientes que compõem as mesmas realidades, quando observadas na paisagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTIN, J. **Sémiologie graphique: lês diagrammes, lês réseaux, lês cartes**. Paris: Mouton et Gauthier-Villars, 1967, p. 34-39.
- BERTIN, J. **La graphique et le traitement graphique de l'information**. Paris: Flammarion, 1977. 277 p.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA – ANPEGE. Ata da Comissão de Geografia Física ao Prêmio “Aziz Nacib Ab’Saber”, melhor Dissertação de Mestrado e Tese de Doutorado na área de Geografia Física, durante o XIV ENANPEGE/2021, n. p.

BRAZ, A. M.; OLIVEIRA, I. J. De; CAVALCANTI, L. C. de S.; ALMEIDA, A.C.de; CHÁVEZ, E. S. Análise de Agrupamento (Cluster) para tipologia de paisagem. **Mercator**, Fortaleza, v. 19, e19011, 2020. <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19011>. Acesso em: 02 de jun. 2023.

CÂMARA, G. *et al.* Inferência Geográfica e Suporte à Decisão. *In*: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE. São José dos Campos/SP. 2001. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CHISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1999.

COSTA, H. G.; MOLL, R. N. Emprego do Método de Análise Hierárquica (AHP) na Seleção de Variedades para o Plantio de Cana-de-Açúcar. **Revista Gestão & Produção**. São Paulo, n. 3, p. 243-256, dez. 1999.

CROMLEY, R. G. **Digital Cartography**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1992, 317 p.

CRUZ, S. A. B. da; SILVA, J. S. V.; MACÁRIO, C. G. N. Uma arquitetura de WebGIS para visualização de dados geoespaciais do Pantanal. *In*: 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, MS, 22 a 26 de novembro 2014. **Anais [...]**. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 990-997. 2014.

CUTTER, S. L., BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social Vulnerability to Environmental Hazards. n. **Social Science Quarterly**, 84(2), p. 242–261, 2003. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>.

DIBIASE, D.; MACEACHREN, A.; KRYGIER, J.; REEVES, C. Animation and the role of map design in scientific visualization. *In*: **Cartography and Geographical Information Systems**, 1992.

MACEACHREN, A. M. Visualizing uncertain information. *In*: **Cartography perspectives**, n. 13, p. 10-19, 1992. Disponível em http://www.geovista.psu.edu/members/cp/amm_cp.html. Acesso em: 02 jun. 2020.

MACEACHREN, A. M. **Some truth with maps: a primer on symbolization & design**. Washington, D. C.: Association of American Geographers, 1994.

MACEACHREN, A. M.; KRAAK, M. J. Research Challenges in Geovisualization. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 28, n. 1, 2001.

MARTINELLI, M. Cartografia Dinâmica: tempo e espaço nos mapas. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 18, p. 53–66, 2005a.

MARTINELLI, M. A cartografia de síntese na geografia física. **Anais [...]** (CD-Room). X Encontro de Geógrafos da América Latina – EGAL, USP, São Paulo, p. 3557-3569, 2005b.

MARTINS, T. J. **Atlas municipal escolar de Ourinhos em versão digital: uma proposta de geovisualização**. 2016. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). IGCE - Universidade Estadual Paulista – UNESP. Rio Claro/SP, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/147054>. Acesso em: 2 jun. 2020.

MARTINS, T. J.; ZACHARIAS, A. A. A Cartografia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os mapas animados e interativos como recursos pedagógicos na educação básica no Brasil. *In*: **Cartografia e Ensino: linguagens, tecnologias, mapas sociais, currículo e formação docente. Ciência Geográfica: Ensino - Pesquisa - Método** (Seção

Bauru / Associação dos Geógrafos Brasileiros / Editora Saraiva) - Bauru / São Paulo – SP. Ano XXV, v. XXV, n. 5, 2021.

MOURA, A. C. M.; JANKOWSKI, P. Contribuições aos estudos de análises de incertezas como complementação às análises multicritérios – “*sensitivity analysis to suitability evaluation*”. **Revista Brasileira de Cartografia**. Rio de Janeiro, n. 68/4, p. 665-684, abr./2016.

MOURA, A. C. M.; TONDELLI, S.; MUZZARELLI, A. **Complementary web-based geoinformation technology to geodesign practices**. Strategic decision-making stages of co-creation in territorial planning. Environmental and territorial modelling for planning and design, 2018.

OGATO, G. S. *et al.* Geographic information system (GIS)-Based multicriteria analysis of flooding hazard and risk in Ambo Town and its watershed, West shoa zone, oromia regional State. **Ethiopia Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 27, p. 1-18, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100659>.

PIMENTA, F. M.; LANDAU, E. C.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. **Servidores de mapas: programação para disponibilizar dados geográficos multidisciplinares utilizando tecnologias livres**. Brasília, DF: Embrapa; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90050/1/Servidores-de-Mapas.pdf>. Acesso em 2 jun. 2023.

ROBBI, C. Sistema Especialista para geração de Mapas Temáticos. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro/RJ, n. 53, p. 45-64, 2001.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia – Ambiente e planejamento**. São Paulo, Editora Contexto, 1990.

ROVANI, F. F.; CASSOL, R. **Cartografia ambiental: contribuições nos estudos geográficos**. Revista Brasileira de Cartografia, RJ, v. 64, n. 3, junho, p. 389-403, 2012.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. N. York: McGraw-Hill, 1980, 287 p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo. Oficina de Textos, 2004, 184 p.

SLOCUM, T. A. **Thematic cartography and visualization**. Upper Saddler River: Prentice Hall, 1998.

SOUSA, M. C. S. **As propostas metodológicas para a cartografia ambiental: uma revisão**. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

WEINER, D.; HARRIS, T. M.; CRAIG, W. J. **Community Participation and Geographic Information Systems**, [S.l.: s.n.], 2002.

WHITE, T. Symbolization and the Visual Variables. *In: The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (2nd Quarter 2017 Edition), 2017. DOI: 10.22224/gistbok/2017.2.3.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. Editora Unesp, São Paulo, 2010.

ZACHARIAS, A. A. **Zoneamento ambiental e a representação cartográfica das unidades de Paisagens: propostas e subsídios para o Planejamento Ambiental do município de Ourinhos – SP**. 2006. 200 f. Tese (Doutorado em Geografia) – IGCE – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

ZACHARIAS, A. A.; MARTINS, T. J. O paradigma da Geovisualização e a Cartografia Multimídia Interativa em mapas para escolares: novas possibilidades de compreensão da realidade espacial. Dossiê Lívia de Oliveira. **Estudos Geográficos: Revistas Eletrônica de Geografia**. Rio Claro. v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/13362>. Acesso em: 2 jun. 2023.

ZACHARIAS, A. A.; GUERRA, F. C. Cartografia de paisagens em áreas com vulnerabilidades aos riscos ambientais: reflexões e estudo de caso. *In*: DIAS, L. S.; CHÁVEZ, E. S. (org.). **Cartografia Biogeográfica e da Paisagem**. 1. ed. Tupã/SP: ANAP, 2019, v. II, p. 1-25.

ZACHARIAS, A. A. *et al.* A cartografia de síntese e as estruturas verticais e horizontais da paisagem em ambientes urbanos suscetíveis à inundação. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, 41(1), e177185, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2021.177185>. Acesso em: 2 jun. 2023.

ZACHARIAS, A. A.; VENTORINI, S. E. A Cartografia de síntese, o ambiente e a paisagem: caminhos, desafios, perspectivas e proposta metodológica. **PUBLICAÇÕES AVULSAS: Geografia**, UFPI, Teresina/PI, v. 22, n. 3, p. 120-157. 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/11275/7798>. Acesso em: 2 jun. 2023.

Capítulo 05

PENSAMENTO ESPACIAL E MAPA INTERATIVO NA EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA

“...a Cartografia Escolar requer o reconhecimento das diferentes áreas, as quais contribuem com seus elementos próprios e suas estruturas conceituais e paradigmas. A Pedagogia, a Cartografia e a Geografia, apresentam epistemologias próprias e histórias específicas, que, em certa medida, rebatem em histórias gerais do desenvolvimento da ciência e seus fundamentos filosóficos, os quais revelam também concepção de ser humano e mundo.”

Paula Cristiane Strina Juliasz

PENSAMENTO ESPACIAL E MAPA INTERATIVO NA EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA

PAULA CRISTIANE STRINA JULIASZ

INTRODUÇÃO

Estudos desenvolvidos sobre a relação entre Cartografia e Geografia na escola já demonstraram a necessidade em se compreender os elementos constituintes de cada uma das áreas que fundamentam a Cartografia Escolar. Partimos do pressuposto da necessidade em se compreender a epistemologia de cada uma das ciências que compõem essa área, de forma que caminhamos na direção do reconhecimento das relações interdisciplinares na produção do conhecimento.

Ao tratarmos do uso de mapas e da cartografia na escola, é inevitável pensarmos nos processos envolvidos na aquisição da linguagem e os diferentes meios para representação do espaço, os conteúdos e conceitos científicos trabalhados e os procedimentos que podem ser realizados. Além disso, o desenvolvimento humano frente ao instrumento cultural, mapa, também é um aspecto a ser considerado quando partimos da compreensão cultural da aquisição da linguagem e a relação desta com a formação do pensamento.

Como podemos observar, a Cartografia Escolar requer o reconhecimento das diferentes áreas, as quais contribuem com seus elementos próprios e suas estruturas conceituais e paradigmas. A Pedagogia, a Cartografia e a Geografia, apresentam epistemologias próprias e histórias específicas, que, em certa medida, rebatem em histórias gerais do desenvolvimento da ciência e seus fundamentos filosóficos, os quais revelam também concepção de ser humano e mundo.

Quando buscamos responder perguntas acerca da aprendizagem de conteúdos referentes à Geografia e ao uso da linguagem cartográfica, nos deparamos com a urgência em se compreender as diferentes plataformas nas quais as representações espaciais se apresentam. Os mapas em plataformas digitais têm sido objetos de reflexões

acerca de novas compreensões sobre a relação espaço-tempo e sobre a sua influência na formação do conhecimento geográfico e na ampliação do pensamento espacial.

A relação espaço-tempo é diferente no mapa situado na internet, dotado de hiperlinks e possibilidades de interação por parte daquele que clica, observa, e interpreta, e, em alguns casos, intervém na representação. Uma questão ainda latente na Cartografia Escolar é a transformação de pensamento mediante a mudança da plataforma da representação espacial, ou seja: quais são as transformações de pensamento quando há uma transformação no meio pelo qual a linguagem está vinculada?

A construção conceitual espaço-tempo ao longo da vida é alterada, e no interior dos grupos sociais vai tomando sentido. Na escola, este par conceitual passa a ser sistematizado, uma vez que envolve o desenvolvimento de diferentes noções como tempo histórico, tempo geológico, tempo meteorológico e tempo diário, do calendário.

Este artigo tem como objetivo contribuir para os estudos sobre o mapa e seu uso em sala de aula, de modo que buscaremos discutir os diferentes paradigmas cartográficos e a relação do conhecimento espacial e do conhecimento geográfico. Além disso, com o intuito de apresentar um aplicativo que se utiliza de mapa e recursos de hiperlink e multimídia, discutiremos o conceito de interatividade e *ciber-cartografia-remix* (CANTO; ALMEIDA, 2010) na aprendizagem de aspectos envolvidos nas expressões locais das mudanças climáticas.

Ao longo deste texto, teremos a questão anterior como fio condutor para debater a relação entre pensamento e linguagem, de modo que apresentaremos o mapa interativo sobre mudanças climáticas na região metropolitana de São Paulo e suas possibilidades para perguntas geográficas em sala de aula.

O MAPA E SUAS FUNÇÕES NA ESCOLA

“O mapa muda. Ele é posto em movimento sob a quádrupla influência de seu referente (os espaços que ele busca representar), dos conceitos que contribuem para pensar esses espaços, de suas técnicas específicas e dos usos do mapa pela sociedade.” (LÉVY, 2008, p. 153). Se o mundo muda, o mapa muda. E o pensamento espacial? Essa é uma pergunta que requer novos estudos que considerem os limites e diálogos entre as

diferentes áreas que compõem a Cartografia Escolar e os paradigmas que considerem o desenvolvimento humano.

A partir da compreensão de como os mapas são produzidos e como são consumidos, Fairbairn, Gartner e Peterson (2021) discutem quatro paradigmas predominantes ao longo do desenvolvimento da ciência cartográfica. Este delineamento nos permite reconhecer que as mudanças nas plataformas, nas quais os mapas são vinculados, se alteram ao longo do tempo concomitantemente com o rompimento de paradigmas e surgimento de novos, promovendo, assim, a reflexão sobre as mudanças cognitivas e as alterações de espaço-tempo. Para reconhecer a relação entre o desenvolvimento do pensamento espacial e o conhecimento geográfico sobre a realidade, não podemos desconsiderar os paradigmas que fundamentam a existência do mapa, sua produção e uso.

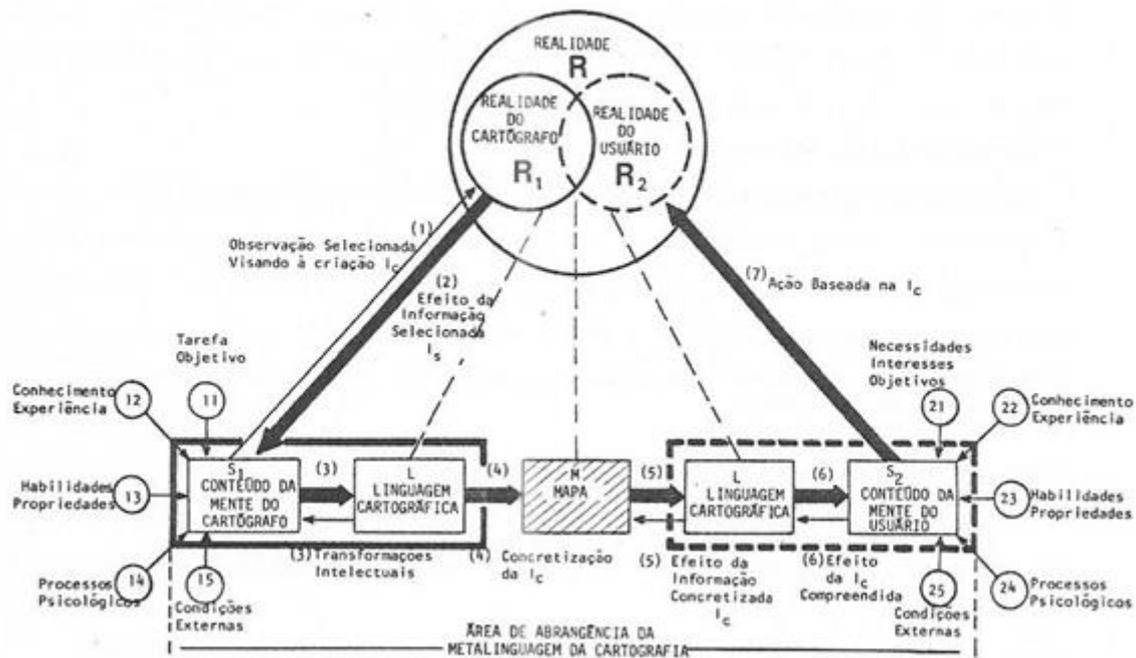
Nos últimos 70 anos, os pesquisadores em cartografia foram influenciados por pelo menos quatro grandes paradigmas, cada um dos quais influenciou o desenvolvimento da disciplina, mas se sobrepuseram e coexistiram: comunicação cartográfica (Koláčný, 1969), cartografia analítica (Tobler, 1976), visualização cartográfica (Antle & Klinkenberg, 1999) e crítica sociocultural (Crampton, 2001). Enquanto esses paradigmas de pesquisa estavam em vários estágios de desenvolvimento, a disciplina também estava se adaptando pragmaticamente a uma grande mudança na forma como os mapas eram produzidos – a informatização da cartografia – e como eles eram consumidos – a webificação da entrega de mapas. (FAIRBAIRN; GARTNER; PETERSON, 2021, p. 320, tradução nossa).

Estes quatro paradigmas influenciaram, em certa medida, a produção de estudos em Cartografia Escolar, sobretudo aqueles sobre comunicação cartográfica, como as pesquisas de Simielli (2010) na cartografia temática para crianças e jovens em contexto escolar. Quando identificamos tais paradigmas, também reconhecemos os fundamentos históricos e sociais do desenvolvimento da ciência cartográfica, e como essa influenciou a produção de conhecimento no campo da Cartografia Escolar.

O paradigma da comunicação cartográfica compreendia o mapeamento como um processo com etapas de manuseio de dados, incluindo a extração de informações da realidade, a transformação destas informações na mente do cartógrafo, a codificação em forma visual da mensagem e, então, a decodificação do mapa por parte de um usuário. Este paradigma buscava afirmar que as influências no recebimento do mapa poderiam

ser controladas a partir do aperfeiçoamento do desenho pelo cartógrafo, de modo que não haveria ruído na comunicação da mensagem. A Figura 1 consiste na representação deste paradigma, de modo que cada um destes elementos mencionados pode ser verificado.

Figura 1 – Comunicação Cartográfica.

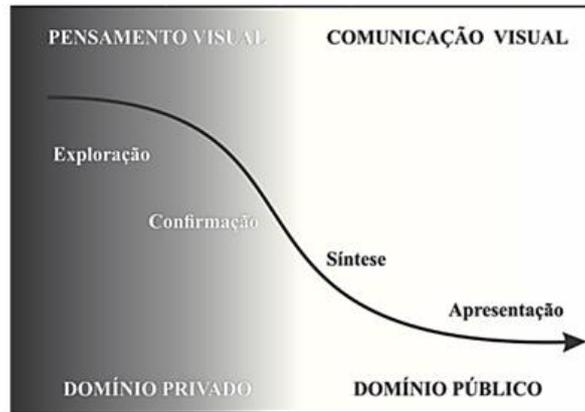


Fonte: Simielli (2010, p. 75).

O paradigma da cartografia analítica concentrou-se na realização de procedimentos de manipulação de dados espaciais e na construção de modelos, o que provocou uma série de críticas, uma vez que a ausência de foco no usuário do mapa indicava possível manipulação de dados.

O paradigma denominado de visualização cartográfica teve como benefício o aprimoramento da computação e tratamento gráfico, mas acrescentou preocupações e atenções sobre a cognição, compreendendo a utilização da cartografia enquanto ferramenta de análise, que equilibra a comunicação e o pensamento visual. Na Figura 2, é possível observar o diagrama proposto por DiBiase (1990), o qual associa o uso privado das ferramentas de pensamento visual na direção da finalidade de uso público da comunicação visual, caminhando, concomitantemente, da exploração à confirmação, à síntese e à apresentação.

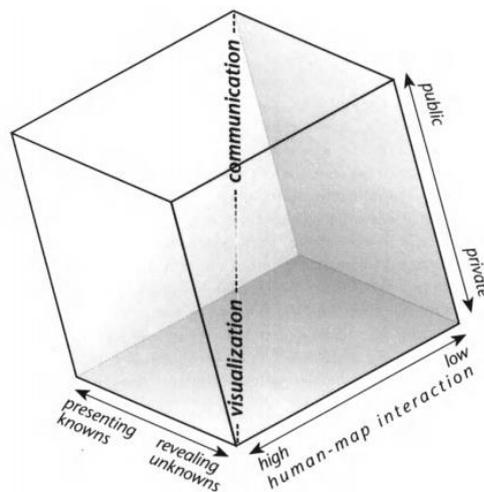
Figura 2 - Modelo proposto por DiBiase (1990).



Fonte: Bravo e Sluter (2019, p. 558).

Este paradigma considera como os usuários interpretam e apropriam-se cognitivamente das informações trazidas pelos mapas, como é representado pelo cubo de MacEachren (1994) na Figura 3.

Figura 3 – Modelo proposto por MacEachren (1994).



Fonte: MacEachren (1994, p. 6).

Segundo este modelo, deve-se ter uma atenção com os processos que se desdobram a partir da visualização dos mapas nos usuários, no sentido de sua cognição e interação com o mapa. Nessa perspectiva, a concepção de mapa não se restringe a um veículo de comunicação, mas compreende que o mapa é uma das muitas representações do espaço, de modo que há relação entre visão e cognição para aprendizagem do significado das informações espaciais. Isso ocorre fundamentalmente por meio da interação que se estabelece entre o sujeito e o mapa, o que envolve uma série de

atividades cognitivas como as funções psíquicas superiores de memória, atenção, e pensamento na formação de conceitos e imagem mental.

A ideia fundamental é que o uso do mapa pode ser conceituado como um espaço tridimensional. Esse espaço é definido por três continuidades: (1) do uso do mapa que é privado (onde um indivíduo gera um mapa para suas próprias necessidades) para público (onde mapas previamente preparados são disponibilizados para um público amplo); (2) uso do mapa direcionado para revelar incógnitas (onde o usuário pode começar apenas com o objetivo geral de procurar algo "interessante") versus apresentar conhecidos (onde o usuário está tentando acessar informações espaciais específicas); e (3) uso do mapa que tem alta interação humano-mapa (onde o usuário pode manipular o mapa(s) de maneiras substantivas - como efetuar uma mudança em um mapa específico sendo visualizados rapidamente, alternando entre muitos mapas disponíveis, sobrepondo mapas, mesclando mapas) versus baixa interação (onde o usuário tem capacidade limitada de alterar a apresentação). (MACEACHREN, 1994, p.6-7, tradução nossa).

O paradigma sociocultural indicava que os cartógrafos não podiam continuar no papel de apresentadores neutros de informação e os mapas deveriam ser considerados como instrumentos estratégicos e de poder, ou, conforme WOOD (2002), uma forma de discurso político preocupado com a aquisição e manutenção do poder. Podemos observar que esse paradigma toma maior força, quando se passa a considerar que os mapas podem ser feitos não apenas por cartógrafos e, assim, as representações espaciais feitas por povos em tempos remotos, que antecedem a ciência moderna, passam a ser considerados mapas. Além disso, outro fator que dá maior força para este paradigma é o uso e produção de mapas na internet, o que favorece maior pluralidade de representações espaciais e novas visões e análises.

A abordagem alternativa para a cartografia, então, não é prescritiva, não diz que há uma maneira única de realizar a cartografia, mas que há muitas maneiras, algumas adaptadas a algumas ocasiões e algumas adaptadas a outras. Isso, por si só, é uma crítica ao impulso científico de grande parte da cartografia atual, que em suas formas extremas não reconhece a validade da cartografia não-científica. Cartografias alternativas desejam evitar o erro de prescrever qualquer abordagem única, como a abordagem científica tem feito, e argumenta que a cartografia deve ser sensível ao contexto. (CRAMPTON, 1992, p. 147 *apud* GIRARDI, 2018, p. 177).

Essa ponderação sobre os paradigmas nos guia para uma compreensão da relação epistemológica e ontológica do mapa, a qual tem como fundamento as funções

da representação espacial. Considerar as finalidades do mapa é compreender que nem sempre uma representação espacial torna-se indispensável para o desenvolvimento de habilidades espaciais tal como Tuan (1983) já afirmava ao mencionar as noções de orientação e mobilidade. Portanto, torna-se importante compreender e questionar-se em quais situações os mapas contribuem para formação do conhecimento espacial e geográfico. Cabe ressaltar que Tuan (1983) faz uma diferenciação acerca de habilidade e conhecimento espacial que pode nos ajudar a compreender e aprimorar os estudos sobre pensamento espacial no contexto escolar.

A habilidade espacial se desenvolve lentamente nas crianças; o conhecimento espacial vem bem depois. A mente aprende a estabelecer as relações espaciais muito depois que o corpo tenha dominado o seu desempenho. Porém, a mente, uma vez iniciado o caminho exploratório, cria grandes e complexos esquemas espaciais, que vão muito além do que o indivíduo pode abranger por meio da experiência direta. Com o auxílio da mente, a habilidade espacial do homem (porém não a agilidade) ultrapassa a de todas as outras espécies. (...) A habilidade espacial é essencial para a subsistência, enquanto o conhecimento espacial, no nível da articulação simbólica em palavras e imagens, não é. Para os seres humanos, qual é a relação, entre a habilidade espacial e o conhecimento? Como um afeta o outro? A habilidade espacial precede o conhecimento espacial. Os mundos mentais são aprimorados por intermédio de experiências sensoriais e cinestésicas. O conhecimento espacial aumenta a habilidade espacial. Essa habilidade é de diferentes tipos, variando desde a destreza atlética até realizações culturais como a navegação oceânica e cósmica. (TUAN, 1983, p. 76-84).

Quando consideramos a construção do conhecimento espacial a partir da prática social e do conhecimento geográfico, podemos considerar as duas grandes funções do mapa estudadas por Freitag (1993):

1. Funções invariantes dos mapas (propriedades inerentes de qualquer mapa): portador de informações; interações explicativas.
2. As funções variantes não são universais e podem ser mais específicas para um determinado mapa: 1) a função cognitiva abrange os processos e os modelos que geram e aprimoram o conhecimento espacial e corresponde aos procedimentos de análise de mapas e generalizações, por exemplo; 2) a função de comunicação que envolve a transferência do conhecimento espacial de um cartógrafo para um usuário de mapas; 3) a função de apoio à decisão levando à ação, ou seja, que fornece meios para a avaliação de informações, padrões e relações para uma escolha espacial, como um trajeto; e 4) função social, que provoca comportamento social e não apenas ações espaciais, segundo uma relação entre humanos, mapas e sociedade.

Todas essas funções devem ser consideradas como socialmente construídas e que revelam um paradigma e uma compreensão de espaço, ou seja, há um meio cultural que revela as funções específicas dos mapas. A partir dessas funções podemos considerar o impacto e a importância do uso de mapas no desenvolvimento do pensamento espacial, das diferentes funções psíquicas superiores, e do conhecimento geográfico, considerando a prática social como partida e chegada. Desta forma, é possível considerar o mapeamento como uma atividade cultural, compreendendo o aspecto ontogenoseológico do mapa no sentido de transformação de conhecimento espacial e geográfico.

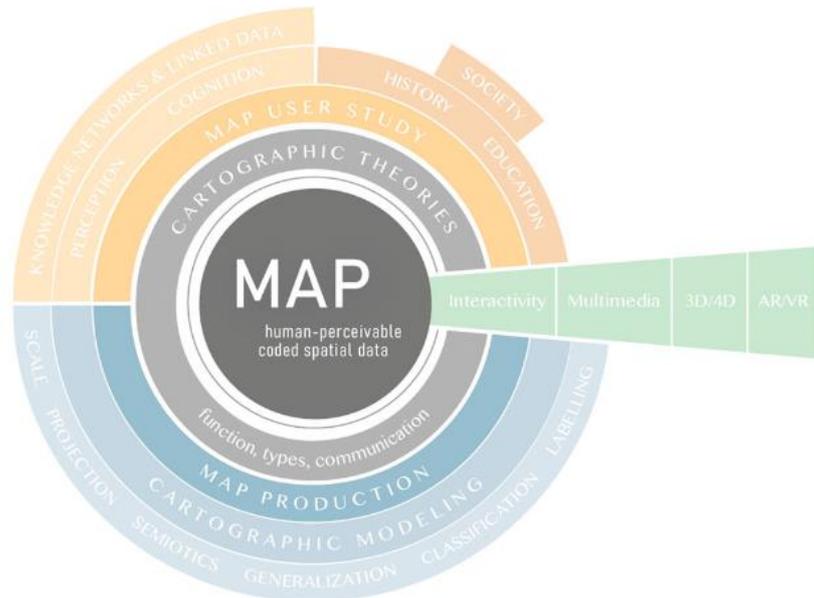
Quando consideramos o desenvolvimento do conhecimento geográfico e do conhecimento espacial na escola, as funções do mapa devem ser compreendidas, bem como sua produção e uso, bem como suas possibilidades transformadoras e problematizadoras acerca da realidade. Se a função é de comunicação, trata-se de uma comunicação educativa e envolve uma função também social na construção do conhecimento geográfico, uma vez que se espera a formação de um conhecimento geográfico por sujeitos em suas práticas sociais, e estas também sejam transformadas.

Atualmente, é possível observar as crianças e jovens usando mapas e GPS em smartphones e em aplicativos de mídias locativas, o que nos provoca perguntas sobre as alterações de pensamento espaço-temporal sobre a compreensão da localização, as causas e consequências espaciais, extensão espacial, e a diferenciação espacial. Por exemplo, questionar inicialmente a localização e criar desdobramentos para investigação sobre uma composição espacial que se observa no mapa, considerando ações e sujeitos: o que está lá? Por que não está aqui? Sempre esteve lá? Qual é a tendência de permanecer como está? Quais são os agentes que provocam as relações espaciais para tal configuração espacial? Quais foram os processos de produção do espaço?

Os mapas presentes na internet podem favorecer a inserção de hiperlinks, multimídias e trabalhar com diferentes pontos de vistas, de modo que novas visões sobre uso e produção de mapas também são construídas. Como podemos observar no diagrama chamado de “A disciplina de cartografia: conceitos centrais, escopo extensivo, bordas difusas” de Fairbairn, Gartner e Peterson (2021), Figura 4, a centralidade está no estudo do mapa como dados espaciais codificados perceptíveis aos seres humanos, e

tem como elementos referentes à cartografia digital, em cor verde: a interatividade, o uso multimídia e os aspectos de mapa 3D e 4D (espaço-temporal), realidade aumentada, e realidade virtual.

Figura 4 – O estudo do mapa.



Fonte: Fairbairn, Gartner e Peterson (2021, p. 321).

A partir deste diagrama, podemos considerar o mapa digital e as possibilidades de interatividade e multimídia, com o uso da internet na formação do conhecimento geográfico e espacial. Considerar o mapa e suas possibilidades na *web* é reconsiderar as funções nas transformações cognitivas e de comunicação, para atividades sociais e culturais.

O uso e produção de mapas na internet depende de um ambiente específico de tecnologia que permite a reestruturação de elementos preexistentes, promovendo um diálogo permanente entre a inovação e a cartografia existente no cotidiano. Canto e Almeida (2010, p. 149) afirmam que “na raiz das práticas cartográficas realizadas através desses novos sistemas está um dos principais processos que têm definido a cultura digital: *a remixagem*”. As autoras nos trazem a ideia de uma “*ciber-cartografia-remix*”, a partir da ideia da *ciber-cultura-remix*¹⁷, pois compreende-se que há uma mistura entre

¹⁷ A “ciber-cultura-remix”, conforme Lemos (2001, p.05), consiste em uma nova configuração cultural caracterizada “pelas novas tecnologias de informação e comunicação que alteram os processos de comunicação, de produção, de criação e de circulação de bens e serviços nesse início de século XXI”.

as formas de conhecer e representar o espaço e aprender mais sobre a realidade. Novos mapas podem ser criados a partir de diversos recursos e multimídias, e da atividade humana que cria, pensa, e representa suas ideias e visões de mundo.

É neste sentido da atividade humana que acreditamos que o mapa na internet se torna uma poderosa linguagem que rompe espaços e tempos, modifica escalas e amplia o conhecimento sobre um determinado assunto. O mapa não se esgota em si, pelo contrário, permite mobilizar problematizações sobre temas que necessitam ser amplamente debatidos, como o impacto das mudanças climáticas nas regiões metropolitanas.

Uma das indagações presentes sempre no planejamento de aulas para crianças e jovens na Educação Básica perpassa pela contextualização dos conceitos, ou seja, como trabalhar conceitos que parecem tão distantes e abstratos. É partir dessa problematização que, sem deixar de trabalhar a complexidade das relações no espaço e os conceitos geográficos, consideramos os mapas interativos como possibilidades para compor aulas contextualizadas e problematizadoras.

Se na escola se desenvolve a aquisição de uma série de linguagens e conceitos científicos e o modo crítico de pensar e argumentar, temos como problematizações sobre o uso consciente da cartografia nas aulas: quais são as possíveis relações entre “ciber-cartografia-remix” e a formação de um raciocínio geográfico? Se crianças e jovens passam a ter acesso ao uso de mapas na internet no contexto escolar, podemos pensar sobre a aprendizagem e responsabilidade da produção e uso do conhecimento na *web*, ou seja, pode ser positivo para desenvolver conceitos fundamentais da cartografia e geografia, de modo contextualizado e sistematizado.

Dois aspectos que merecem especial relevância quando tratamos da “ciber-cartografia-remix” são a interatividade e a multimídia. A interatividade ocorre de maneira espontânea e colaborativa; as tecnologias fomentam um ambiente de autonomia e criatividade no caminho de se conhecer como se pode aprender Geografia.

Sobre a prática educativa que considere o mapa enquanto constructo social e cultural, entendemos que a pedagogia histórico-crítica aliada à psicologia histórico-cultural possa contribuir para o planejamento de aulas e compreensão de como as crianças e jovens podem aprender e formar conhecimentos espaciais e geográficos.

É fato dado que, quando tratamos da escola, estamos tratando do conhecimento sistematizado e dialogado com conhecimentos espontâneos, o que nos permite avançar ao debate de qual aporte teórico-metodológico que sustenta as práticas educativas que desejamos realizar na formação de jovens conscientes de sua própria atividade cognitiva, e da realidade que vive e transforma. Para a formação do conhecimento espacial e geográfico, compreendemos o desenvolvimento das funções psíquicas superiores para o domínio e formação dos conceitos científicos.

As funções psíquicas superiores como percepção, memória, atenção e pensamento, conforme a psicologia histórico-cultural, são desenvolvidas no interior dos grupos sociais, pois são culturais, e se estruturam na totalidade e de forma dialética – em contradições que vão se estabelecendo entre uma e outra, na negação, reestruturação – porém, com suas especificidades. No processo de desenvolvimento dessas funções de forma voluntária, os signos tornam-se importantes para a alteração de toda a estrutura.

É natural que digamos que podem ser conscientes e se tornarem voluntárias, na idade escolar, a atenção, a memória e a percepção, porém, nessa idade, o pensamento perfaz apenas o primeiro e mais importante ciclo do seu grande desenvolvimento, pois o desenvolvimento não se inicia com o pensamento. O desenvolvimento relativamente complexo da percepção, da memória, da atenção e de outras funções mais simples e elementares é pré-requisito para originar o pensamento. Por isso, é natural que o pensamento elementar, quando começa a perfazer seu ciclo básico, deve antes completar esse ciclo e depois tornar-se objeto da consciência, e passar por esse estágio superior do desenvolvimento, quando a atividade de alguma função se torna consciente e voluntária. (VIGOTSKI, 2017, p. 209).

A tomada de consciência dessas funções permite a formação de conceitos científicos e, assim, a ampliação de domínio das funções psíquicas superiores, uma vez que percepção, memória e atenção são desenvolvidas impulsionando o aprimoramento e desenvolvimento do pensamento. A formação de conceitos geográficos demanda da

sobreposição do uso e domínio das funções psíquicas superiores e dos conceitos espaciais, ou seja, percepção, memória, atenção e pensamento são atividades fundamentais para compreensão da localização, distância, extensão e diferenciação no conjunto de formação do conhecimento sistematizado em Geografia. Essa intersecção pode ser observada na Figura 5, bem como a relação destas funções psíquicas superiores com as representações gráficas.

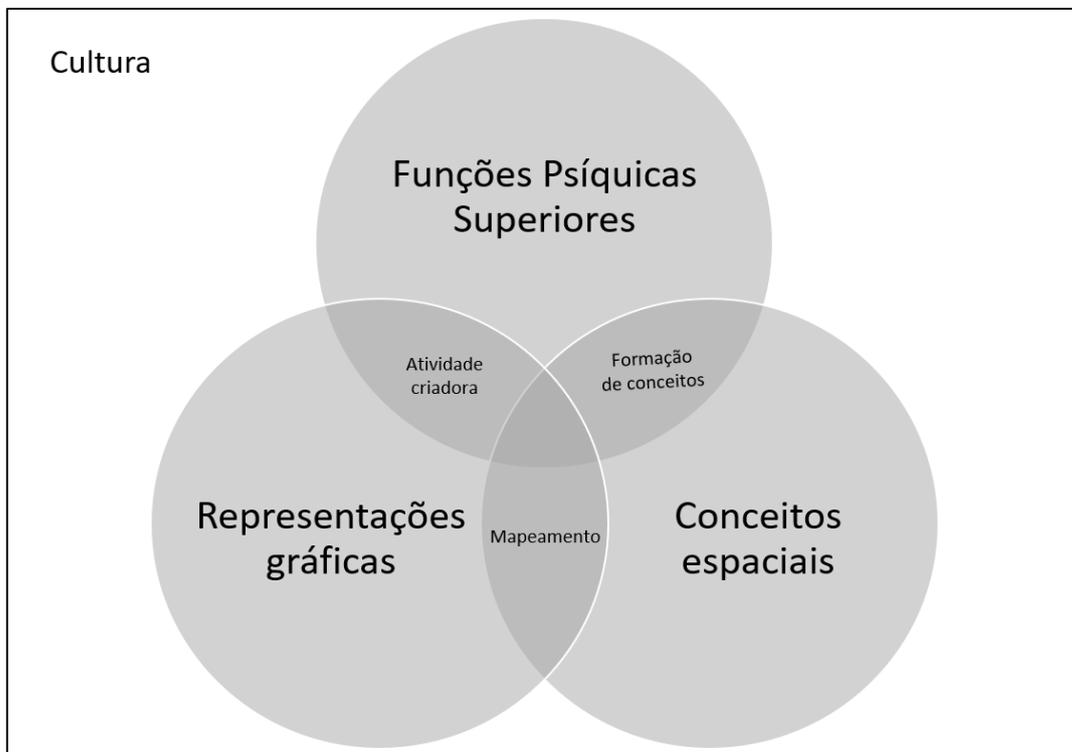
Todo conceito contém momentos concretos e abstratos, porém, nem todo conceito é abstração com total distanciamento da realidade, mas retorna a ela. No entanto, diferentes conceitos, em diferentes medidas, perfazem esse zigzag e, se tomarmos os conceitos como rosa, flor; planta e organismo (se tomarmos condicionalmente), ficará claro que eu construí aqui uma fileira de conceitos que ascendem pela latitude. Na minha latitude imaginária, esses conceitos se dispõem por uma linha ascendente de latitude. Flor-rosa, violeta, lavanda. Pergunta-se: esses conceitos são da mesma latitude? Sim, são da mesma. Todos eles são tipos particulares de um conceito mais geral. Eles refletem diferentes esferas da realidade. Os conceitos sempre vão ser definidos por sua longitude, pela relação com o trecho concreto da realidade que está representada neles e que eles refletem. Cada conceito, deste ponto de vista, vai se caracterizar por um sistema desenvolvido de conceitos, por uma certa longitude e latitude que vão determinar sempre seu lugar num dado sistema de conceitos. (VIGOTSKI, 2017, p. 216-217).

O desenvolvimento conceitual ocorre em uma trama de conceitos encadeados, de modo que um dá suporte a novas compreensões e internalizações. O conceito de localização pode ser operado pela habilidade espacial de mover-se no espaço, mas na sistematização da análise de um fato e fenômeno, a localização torna-se um conceito que dialoga com outros como distância e extensão, pois insere-se na formação do conhecimento espacial e do conhecimento geográfico.

Estudar um fenômeno por meio da Geografia é responder: onde? O quê? Quando? Como? Por quê? Entender a localização, a distribuição, a conexão e as condições espaciais para existência de um fato permite tomada de consciência sobre as relações envolvidas. Saber onde surgiu um fenômeno e qual extensão tomou de modo que alcançasse outros lugares, por exemplo, é trabalhar com conceitos espaciais no sentido da análise geográfica que pensa espaço-tempo, ou seja processos e ações que engendram tal configuração espacial. A compreensão dessas relações pode subsidiar planejamentos de ação territorial e mudanças de conduta. Para uma análise geográfica,

é necessário formular perguntas espaciais, considerando a condição, a localização, a tendência, as associações, os padrões e as possíveis mudanças, como Ferreira (2014) sugere.

Figura 5 – A intersecção do conhecimento espacial e conhecimento geográfico.



Fonte: Elaboração da autora.

Para nos ajudar a formular perguntas que mobilizem o pensamento espacial e a formação de conhecimento geográfico, podemos nos orientar pelos pontos apresentados por Ferreira (2014, p. 59):

- dominar conceitos espaciais básicos como distribuição, localização, padrão, associação, hierarquia, redes e formas;
- orientar espacialmente o pensamento, com o objetivo de intuir, observar, definir, associar, comparar e interpolar eventos espaciais;
- entender de que maneira os eventos espaciais ocorrem ou arranjam-se no espaço;
- decifrar as relações espaciais entre pessoas, lugares e ambientes.

Com isso, podemos compreender que os signos, como as palavras e os mapas, cumprem papel importante na formação do pensamento espacial, pois as representações gráficas permitem ampliar e concretizar os conceitos espaciais e geográficos por meio do mapeamento. Além disso, concordamos com Vigotski (2007, p. 50) ao afirmar que “a

verdadeira essência da memória humana está no fato de os seres humanos serem capazes de lembrar ativamente com a ajuda de signos”.

Notamos, a partir da Figura 5, que a sobreposição das funções psíquicas superiores e as representações gráficas revelam a atividade criadora. Esta, por sua vez, consiste na combinação da memória e da imaginação na criação de algo que se deseja e se tem necessidade. Vigotski (2009) ao tratar dessa relação discutiu as diferentes linguagens, tais como a escrita, a dramaturgia e o desenho, formas de representação simbólica que expressam uma atividade criadora, resultado da relação dialética entre a memória e a imaginação. O autor apresenta dois tipos de atividade criadora: reconstituído ou reprodutivo, e criador ou combinatório. O primeiro relaciona-se à memória; sua essência consiste em reproduzir ou repetir meios de conduta anteriormente criados e elaborados, ou retomar marcas de impressões precedentes. O segundo tipo consiste na reelaboração de forma criadora, e não restaura a marca das excitações anteriores. A atividade criadora, como afirma o autor, não existe apenas nas grandes obras, mas encontra-se em toda manifestação humana, quando se imagina, combina, modifica, e cria algo novo. A imaginação está presente em toda atividade criadora e manifesta-se em todos os campos da vida cultural, portanto nas criações artísticas, científicas e técnicas.

Com isso, podemos compreender que as relações entre as funções psíquicas superiores, os conceitos espaciais e as representações gráficas, sustentam a atividade criadora, o mapeamento e a formação de conceitos científicos. Esses aspectos relacionam-se de forma que tornam possível a formação do conhecimento geográfico, extrapolando a percepção e as habilidades, e ampliando as estruturas cognitivas, as formas de representação, e os conceitos espaciais. Nota-se que essas relações se dão no contexto cultural.

O ensino, ou melhor, ainda, o projeto pedagógico é possível ser concebido quando o homem se percebe como agente que cria e impacta a realidade. Podemos dizer que o professor que aprende a ensinar é aquele que vai se tornando cada vez mais culto. E aqui tomamos a cultura no sentido mais amplo, no qual cabe o entendimento crescente das relações humanas, da linguagem, do modo como o conhecimento se produz, da produção de ferramentas e tecnologias. (MOURA, 2016, p. 146).

A formação do conhecimento espacial e do conhecimento geográfico desenvolve-se no meio cultural a partir de vivências dos sujeitos. Atualmente essas vivências têm sido cada vez mais influenciadas pelas tecnologias que necessitam de nossa compreensão, pois afetam na forma de pensar o espaço. Desta forma, tornar-se necessário entender as estratégias de ensino de Geografia que contribuam para o uso de tecnologias e mapas digitais de forma consciente. Em “Polegarzinha”, Michel Serres (2013) fala sobre um novo mundo que emerge dos polegares das mãos humanas, principalmente, aquelas dos jovens estudantes, ao apertarem ininterruptamente as teclas, telas e botões dos tantos aparelhos que nos cercam. Para Serres (2013), o surgimento destas novas máquinas representa mais uma grande invenção capaz de transformar profundamente nossos modos de fazer, pensar e criar, ou seja, nossa inteligência.

Torna-se necessário compreender a importância da chamada de *neocartografia*¹⁸ no ambiente escolar, pois o desenvolvimento das atividades mentais, da aprendizagem de conceitos geográficos e da leitura de mapas demanda por um ensino contextualizado que problematize e forneça instrumental teórico que promova tomada de consciência sobre os fatos e fenômenos estudados.

Como tratamos do conhecimento desenvolvido na escola, compreendemos que a teoria histórico-crítica nos forneça instrumental teórico-metodológico para a prática educativa consciente, pois a prática social é o ponto de partida, mas também é o de chegada. A prática social é comum a professores e alunos, e envolve a relação sujeito-mundo, a existência do ser social e a necessidade de compreender tal existência. Os momentos intermediários entre a partida e a chegada são problematização, instrumentalização e catarse, no sentido de procurar questões que precisam ser resolvidas no âmbito da prática social e que ocorra a apropriação de instrumentos teóricos e práticos necessários, e a incorporação dos instrumentos culturais (SAVIANI, 2008).

¹⁸ A neocartografia “se caracteriza por envolver a produção e o acesso aos documentos cartográficos por meio de dispositivos digitais como navegadores de internet, dispositivos de telefonia móvel, dentre outros.” (FREITAS, 2014, p. 31).

Compreendemos a necessidade de perguntas espaciais nos estudos geográficos com base na pedagogia histórico-crítica, extrapolando assim a visão espacial e estabelecendo pensamento relacional sobre fatos, fenômenos e ações humanas. Essas perguntas espaciais permitem o entendimento dos instrumentos conceituais que dão sustentação para as problematizações advindas das práticas sociais. Neste sentido, conforme essa teoria pedagógica, partimos de uma visão sincrética acerca da prática social, e a partir da construção de problematizações, e da formação do conhecimento sistematizado, passa-se a uma forma sintética de análise e mudança de conduta da prática social.

O MAPA E A INTERFACE COM A TECNOLOGIA NA FORMAÇÃO DO CONHECIMENTO GEOGRÁFICO

A partir da compreensão das potencialidades dos mapas digitais com recursos multimídias para o desenvolvimento do conhecimento geográfico, apresentaremos a seguir o Mapa Interativo de Mudanças Climáticas¹⁹. Os estudantes na escola por meio da combinação de mapas em suportes tradicionais e digitais podem analisar os efeitos das mudanças climáticas de forma interdisciplinar e nas mais diferentes escalas, ampliando ou transformando conhecimentos prévios dos estudantes. Analisar os efeitos locais das mudanças climáticas demanda uma abordagem integrada entre os fatores físico-naturais e as formas de ocupação e apropriação dos elementos da natureza pela humanidade e seus impactos ambientais. Neste sentido, a escala de análise de um fenômeno global pode ser também local. Em trabalhos anteriores (JULIASZ; ARENAS; CAMPANHA, 2021) apresentamos a seleção dos dados e as especificações acerca das marcas temáticas que refletem as mudanças climáticas na Região Metropolitana de São Paulo.

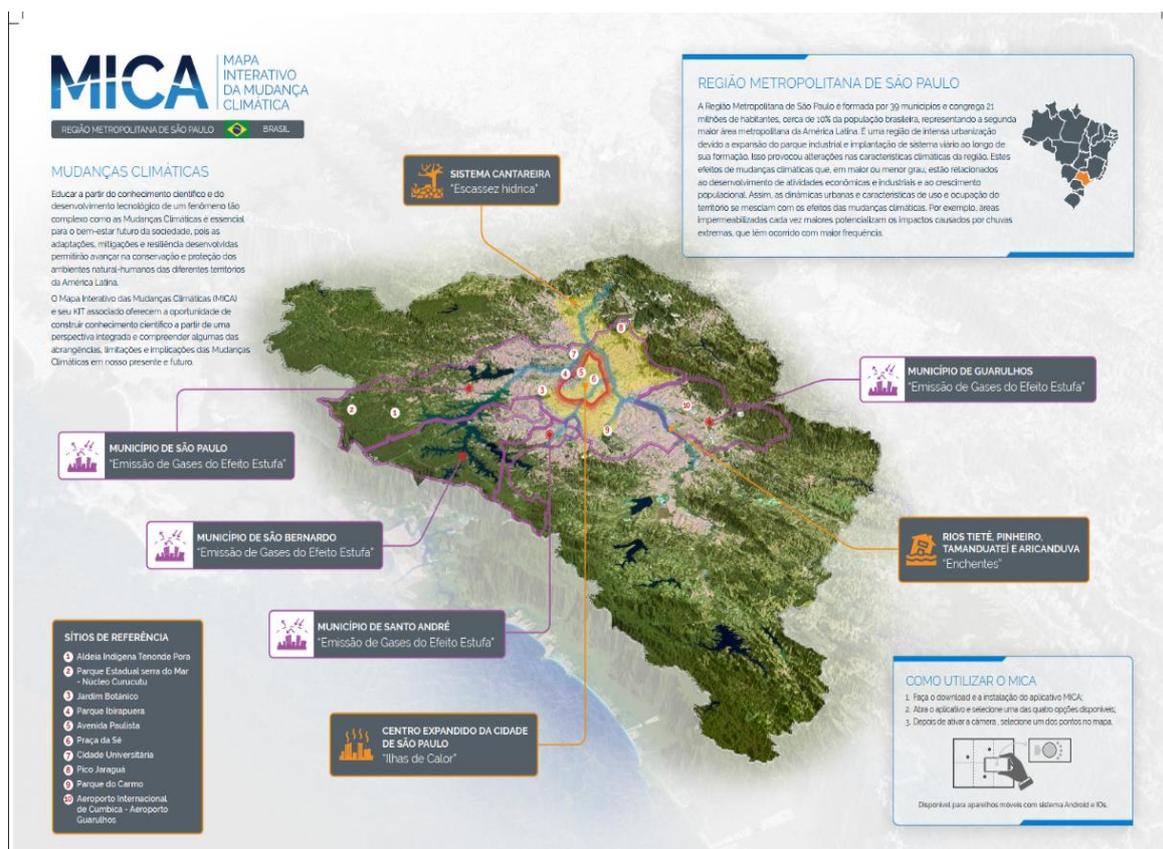
O Mapa Interativo sobre Mudanças Climáticas (MICA-Brasil) é um aplicativo que funciona juntamente com o mapa em tela ou impresso (Figura 6). O uso deste aplicativo tem como fio condutor perguntas originadas em meio ao debate do desenvolvimento deste tema na escola: quais os efeitos locais decorrentes das mudanças climáticas podem ser estudados, de modo a promover consciência acerca dos impactos das ações

¹⁹ O projeto Mapa Interativo de Mudanças Climáticas para a Escola (MICA), uma iniciativa latino-americana, tem a coordenação da PUCV (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso), envolve pesquisadores e professores do México, Peru, Colômbia, Brasil e do Chile, formando uma rede de investigadores acerca de recursos tecnológicos e educação (<https://specto.pucv.cl/aplicaciones-mica/>).

da humanidade? Como a cartografia multimídia favorece o conhecimento espacial e o conhecimento geográfico? Estudar este tema, muito veiculado na mídia, torna-se importante para que se compreenda as origens e as consequências de forma sistematizada e problematizadora.

Para representar este tema, tomando como espaço a ser estudado e representado a Região Metropolitana de São Paulo, realizamos uma revisão bibliográfica (NOBRE e YOUNG, 2011; MARENGO, AMBRIZZI, ALVES, BARRETO, REBOITA e RAMOS, 2020) sobre os efeitos das mudanças climáticas em regiões deste tipo, o que nos permitiu delimitar quatro marcas temáticas: enchentes, emissão de gases do efeito estufa, ilhas de calor, e escassez hídrica. Essas marcas são expressões das atividades humanas intensas, as quais têm promovido eventos extremos ao longo do tempo.

Figura 6 – Mapa Interativo da Mudança Climática – Região Metropolitana de São Paulo.



Fonte: acervo da autora.

Este mapa apresenta a Região Metropolitana de São Paulo em um ponto de vista, pelo qual é possível notar sua relação com a Serra do Mar e o Litoral, bem como observar os corpos d'água que compõem essa região. Este ponto de vista favorece a compreensão

da extensão territorial. Ao observarmos os elementos que compõem essa representação, notamos as áreas delimitadas que correspondem aos: a) quatro municípios (Guarulhos, Santo André, São Bernardo e São Paulo) com maior emissão de Gases do Efeito Estufa; b) centro expandido do município de São Paulo; c) Sistema Cantareira. Nota-se, também, a representação dos rios Tietê, Tamanduateí, Aricanduva e Pinheiros. Estes elementos demarcados no mapa demonstram locais de ocorrência de eventos extremos, como as enchentes ao longo das áreas destes rios e a escassez hídrica no Sistema Cantareira, de grandes emissões de gases de efeito estufa, e a ilha de calor no centro expandido.

Este mapa analógico juntamente com o aplicativo (Figura 7) o torna um hipermapa, pois essa interface com a tecnologia digital permite a abertura de novas janelas e o uso de diferentes linguagens e textos. Quando a câmera do celular se conecta aos pontos do mapa, é possível abrir gráficos, outros mapas em escalas diferentes, imagens e vídeos referentes a cada uma destas marcas. Na Figura 8, é possível notar uma primeira tela que se abre ao tocar na zona 02 “Ilha de Calor” e as suas possibilidades de informação (A, B, C, D).

Figura 7 - Tela principal do aplicativo MICA.



Fonte: MICA – Brasil (2022).

Figura 8 - Informações sobre Ilha de Calor no hipermapa.



Fonte: MICA-Brasil (2022).

Este aplicativo contribui para a análise geográfica e para a mobilização de perguntas sobre as localizações dos fenômenos, considerando fatores que extrapolam o ponto no mapa, pois torna-se necessário reconhecer os diferentes agentes e relações na produção do espaço e do processo de tal fenômeno representado. Desta forma, busca-se reconhecer que os eventos extremos podem ter impacto na vida e no cotidiano das pessoas. Quanto à comunicação cartográfica e às possibilidades de ações dos usuários, devemos ponderar alguns limites, segundo as categorias analíticas de Moreira (2010):

Interatividade de Animação: nível 1 - Não é possível modificar na sequência da apresentação (parar, avançar, retroceder); nível 2 - Permite fazer interferência na apresentação (parar, avançar, retroceder, repetir);

Interatividade de Seleção: nível 1 – “A interatividade está limitada à opção de escolha para parar, avançar ou retroceder, seguindo uma ordem de movimentação linear pelo conteúdo, a partir de uma estrutura hierárquica e predeterminada.” (MOREIRA, 2010, p. 53); nível 2 – “Permite romper com a linearidade da movimentação pelo projeto, tornando possível ao interagente a escolha do conteúdo que se deseja acessar de modo não linear.” (MOREIRA, 2010, p. 53);

Interatividade de Recriação: nível 1 – “Permite a combinação do conteúdo, por meio de simulação, a partir do manuseio de informações preexistentes, de acordo com a característica individual de criação e da necessidade do interagente.” (MOREIRA, 2010, p. 54); nível 2 – “Permite atualizar as informações, modificar o conteúdo e recompor a mensagem segundo suas necessidades, tornando possível a coautoria.” (MOREIRA, 2010, p. 54).

Conforme essa classificação, em termos da animação, o MICA não apresenta simulações e animações, o que poderia ser um desdobramento e uma oportunidade de problematização em sala de aula sobre as tendências das mudanças climáticas nas áreas urbanas e o que os estudos dizem sobre isso. Além disso, em termos de recriações, o aplicativo não permite essa forma de intervenção. Quanto à interatividade, é neste ponto que o MICA favorece que a pessoa utilize as informações de diferentes formas, sem uma sequência linear, mas que escolha qualquer um dos pontos e suas diferentes janelas para conhecer mais sobre o assunto. O usuário escolhe as janelas e pode observar outros mapas em escalas diferentes, bem como vídeos e textos explicativos.

Observamos que a presença das janelas (A, B, C, D - Figura 8) funcionam como hiperlinks que se misturam ao mapa em interface ao smartfone munido do aplicativo, ou seja, o cibercartografia-remix faz-se presente e demanda maiores compreensões de suas potencialidades em sala de aula. A interatividade possibilita novas problematizações. Observa-se que uma série de perguntas espaciais podem ser feitas a partir das relações entre: a) industrialização e emissão de determinados gases; b) adensamento de construções e aumento da temperatura; c) retificação e tamponamentos dos rios e impermeabilização do solo. Esse mapa, aliado ao aplicativo contribui ao debate sobre os eventos extremos e mudanças climáticas, e pode mobilizar novas perguntas espaciais e geográficas por parte de professores e estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapa presente na internet e o uso de aplicativos não definem a didática inerente à construção de aula, uma vez que esta é composta de relações sociais e estabelecimento de problematizações frente aos objetos de estudo. Como destaca Oliveira (2010), nenhuma atividade cartográfica deve vir pronta em livros, atlas ou manuais, mas sim, elaborada pelo professor, desafiando crianças e jovens sempre na leitura e compreensão da realidade, pois a ação sobre o objeto do conhecimento é o mais importante para a sua construção.

A partir da concepção de que a aprendizagem ocorre de modo sistematizado por meio dos conceitos e problematizações, os quais só fazem sentido quando há contexto na prática social, podemos afirmar que a aprendizagem com o uso de mapas rompe com

a construção de conhecimento por meio da percepção apenas, mas envolve tantas outras funções psíquicas superiores tais como memória, pensamento e atenção.

Nas aulas planejadas a partir da problematização de elementos concretos, o conteúdo de Geografia torna-se contextualizado, de modo que os conceitos se tornam instrumentos para a análise da realidade, promovendo a proposição de novos problemas, hipóteses e argumentação por parte de crianças e jovens no ambiente escolar. Neste sentido, quando tratamos do uso do mapa digital e interativo, podemos considerar a questão: quais instrumentos podem ser mediadores para o desenvolvimento de conceitos geográficos e representações mentais sobre a realidade, de modo que os sujeitos desenvolvam procedimentos como observar, analisar e argumentar? Ao buscar respostas, extrapolamos a noção contemplativa do mapa nas aulas e passamos a compreender o desenvolvimento do conhecimento espacial e geográfico de modo sistematizado e intencional.

Assim, a pergunta que nos conduziu ao longo deste texto - quais são as transformações de pensamento quando há uma transformação no meio pelo qual a linguagem está vinculada? – sempre poderá ser respondida de formas diversas. As diferentes linguagens fazem parte da construção de aula e de seus diferentes temas. A tecnologia digital aliada à Cartografia pode ampliar as leituras sobre fatos e fenômenos e desenvolver conceitos geográficos e representações espaciais, tanto gráficas quanto mentais.

REFERÊNCIAS

BRAVO, J. V. M.; SLUTER, C. R. As Pesquisas sobre o Uso dos Mapas com foco nas Tarefas de Leitura, Uso e Produção de Geoinformação. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 71, n. 2, abril/junho, 2019, p. 542 – 569.

CANTO, Tânia Seneme do; ALMEIDA, Rosângela Doin de. Mapas feitos por não cartógrafos e a prática cartográfica no ciberespaço. *In*: ALMEIDA, Rosângela Doin de (org.). **Novos rumos da Cartografia Escolar: currículo, linguagem e tecnologia**. São Paulo: Contexto, 2011. p. 147-162.

CRAMPTON, Jeremy. New directions in the information era –a reply to Taylor (1991). **The Cartographic Journal**, v. 29, p. 145-150, 1992.

DIBIASE, D. Visualization in the earth sciences. **Earth and Mineral Sciences**, v. 2, n. 59, p. 13–18. 1990.

FAIRBAIRN, David; GARTNER, Georg; PETERSON, Michael P. Epistemological thoughts on the success of maps and the role of cartography. **International Journal of Cartography**, v. 3, n. 4, p. 317-331, 2021.

FERREIRA, Marcos. **Iniciação à análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento**. São Paulo: Editora Unesp, 2014.

FREITAG, Ulrich. Map functions. **Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**, v. 4, n. 30, p. 1–20, 1993.

FREITAS, Maria Isabel Castreghini. Da Cartografia Analógica à Neocartografia: Nossos mapas nunca mais serão os mesmos? **Revista do Departamento de Geografia**, v. 1, p. 23-39, 2014.

GIRARDI, Gisele. Ruptura e reencontros entre Cartografia e Arte e seus desdobramentos na Educação Geográfica Contemporânea. **Geografia, Literatura e Arte**, v. 1, n. 1, p. 171-184, jan./jun. 2018.

JULIASZ, P. C. S.; CAMPANHA, L. F. C.; MARTIJA, A. A. Mapa interativo e mudanças climáticas: o papel da tecnologia no desenvolvimento do conhecimento na escola. *In: Julián Mora Aliseda; Rui Alexandre Castanho; Joao Vidal Carvalho; António Abreu. (org.). **Transformación Digital e Innovación Tecnológica en la Educación**. Navarra: Thomson Reuters, 2021, v. 1, p. 327-337.*

LEMONS, A. **Ciber-cultura-remix**. *In: Seminário sentidos e processos*. São Paulo: Itaú Cultural, 2005. Disponível em <https://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/andrelemos/remix.pdf>. Acesso em 23 de jun. 2022.

LÉVY, Jacques. Uma virada cartográfica? *In: ACSELRAD, Henri (org.). **Cartografias sociais e território***. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR, 2008. p. 153-167.

MACEACHREN, A. M. Visualization in Modern Cartography: Setting the Agenda. *In: MACEACHREN, A. M.; TAYLOR, D. R. F. **Visualization in Modern Cartography***. Oxford: Pergamon, 1994.

MARENGO, Jose A.; AMBRIZZI, Tercio; ALVES, Lincoln M.; BARRETO, Naurinete J. C.; REBOITA, Michelle S.; RAMOS, Andrea M. Changing trends in rainfall extremes in the Metropolitan Area of São Paulo: causes and impacts. **Frontiers in Climate**, v. 2, 2020.

MOREIRA, Suely Aparecida Gomes. **Cartografia multimídia: interatividade em projetos cartográficos**. 2010. 123 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

MOURA, M. O. Atividade de ensino como ação formadora. *In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensinar a Ensinar***. São Paulo: Cengage Learning, 2016, p. 143 – 162.

NOBRE, Carlos A.; YOUNG, Andrea F. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Núcleo de Estudos da População (NEPO/UNICAMP), 2011.

OLIVEIRA, Livia de. O estudo metodológico e cognitivo do mapa. *In: ALMEIDA, Rosângela Doin de (org.). **Cartografia Escolar***. São Paulo: Contexto, 2007.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia**. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

- SERRES, Michel. **Polegarzinha**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.
- SIMIELLI, M. H. O mapa como meio de comunicação e a alfabetização cartográfica. *In*: ALMEIDA, R. D. (Org.). **Cartografia Escolar**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2010, p. 71 a 93.
- TUAN, Y. **Espaço e lugar**: a perspectiva da experiência. São Paulo: Difel, 1983.
- VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- VIGOTSKI, L. S. **Imaginação e criação na infância**. Tradução de Zoia Prestes. São Paulo: Editora Ática, 2009.
- VIGOTSKI, L. S. O Pensamento do Escolar. Traduzido por Zoia Prestes e Lucas Gago Estevam. *In*: Paulino José Orso, Julia Malanchen, André Paulo Castanha (Org.). **Pedagogia histórico-crítica, educação e revolução: 100 anos da revolução russa**. Campinas, SP: Armazém do Ipê, 2017, p. 209-224.
- WOOD, D. **The power of maps**. New York: Guilford, 1992.

Capítulo 06

YOUTHMAPPERS: um movimento estudantil universitário de mapeamento colaborativo e humanitário

“...O mapeamento colaborativo e humanitário tem ocupado um lugar de destaque e de grande importância na cartografia, mas também tem servido como uma inestimável ferramenta de apoio para preenchimento de vazios cartográficos em lugares remotos do Brasil e do resto do mundo, em países pobres na América Latina, África e Ásia, onde ainda existem lugares sem uma base cartográfica que possa ajudar na tomada de decisões para planejamento urbano, prevenção de desastres naturais, identificação de áreas urbanas com risco de inundações e deslizamentos de terras, monitoramento ambiental e planejamento de ações humanitárias.”

Régia Estevam-Alves

YOUTHMAPPERS: UM MOVIMENTO ESTUDANTIL UNIVERSITÁRIO DE MAPEAMENTO COLABORATIVO E HUMANITÁRIO

RÉGIA ESTEVAM-ALVES

INTRODUÇÃO

Durante o século XXI estamos vivenciando uma revolução tecnológica em praticamente todas as áreas da ciência, incluindo a Geografia. Uma das áreas da Geografia que vem se transformando é a cartografia, a partir do mapeamento colaborativo e humanitário. Essa é uma nova forma de se fazer cartografia, de mapear o mundo de forma coletiva e colaborativa, com objetivo de produzir dados geoespaciais que poderão ajudar na resolução de problemas em comunidades centralizadas ou mais remotas.

O mapeamento colaborativo e humanitário tem ocupado um lugar de destaque e de grande importância na cartografia, mas também tem servido como uma inestimável ferramenta de apoio para preenchimento de vazios cartográficos em lugares remotos do Brasil e do resto do mundo, em países pobres na América Latina, África e Ásia, onde ainda existem lugares sem uma base cartográfica que possa ajudar na tomada de decisões para planejamento urbano, prevenção de desastres naturais, identificação de áreas urbanas com risco de inundações e deslizamentos de terras, monitoramento ambiental e planejamento de ações humanitárias.

Neste exato momento, várias pessoas, em diferentes lugares do mundo, estão mapeando, produzindo dados geoespaciais abertos acessíveis que poderão ajudar uma comunidade local. Isso só é possível devido à revolução tecnológica que possibilitou a criação de plataformas de mapeamento global como, por exemplo, a *OpenStreetMap*. Certamente, o surgimento desses tipos de plataformas de mapeamento revolucionou a forma como fazemos mapeamentos, cujo processo de mudança iniciou-se ainda na década de 2000, e também estimulou o surgimento de várias comunidades de mapeamentos, por exemplo, a rede *YouthMappers*.

O *YouthMappers* é um projeto de mapeamento colaborativo e humanitário, criado e administrado por quatro universidades americanas, e liderado por estudantes universitários ao redor do mundo. É um projeto com efeito multiplicador porque, através de capítulos, ou seja, grupos de pesquisas filiados à rede *YouthMappers* compostos por estudantes e professores, em universidades nascem outros grupos de mapeamentos que vão encorajando outras pessoas a se juntarem ao movimento do mapeamento colaborativo e humanitário. Instituições humanitárias como a Organização das Nações Unidas – ONU, Cruz Vermelha e Médicos Sem Fronteiras utilizam os dados geoespaciais abertos, criados e disponibilizados na plataforma *OpenStreetMap*, para levar ajuda às pessoas em situação de crises como surtos de doenças, desastres naturais e guerras. Também governos locais como prefeituras, departamentos de meio ambiente, urbanismo e defesa civil têm recorrido a esses dados para elaboração de ações relacionadas ao planejamento urbano.

Em universidades de países como Inglaterra, Estados Unidos, França, Alemanha e Itália, o mapeamento colaborativo e humanitário já faz parte do currículo de ensino e de pesquisa. Entretanto, nos meios acadêmicos do Brasil o mapeamento colaborativo e humanitário ainda está engatinhando. É importante lembrar que a base cartográfica em grande parte do Brasil é considerada defasada por ser a base cartográfica produzida pelo projeto Radambrasil durante as décadas de 70 e 80 do século XX, numa época em que se tinha poucos recursos para produção de mapas com riqueza de detalhes.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo promover a importância do mapeamento colaborativo e humanitário nos meios acadêmicos brasileiros a partir do projeto *YouthMappers*. Portanto, começamos apresentando a *YouthMappers*, mostrando como surgiu, a sua estrutura, o seu objetivo e a sua metodologia. Em seguida, é mostrado um pouco sobre a plataforma *OpenStreetMap* que é uma ferramenta de mapeamento em que a *YouthMappers* está focado. E, por último, são apresentados alguns exemplos de como estudantes universitários, ao redor do mundo, apoiados pela *YouthMappers*, vêm ajudando comunidades locais através do mapeamento colaborativo e humanitário.

O QUE É A YOUTHMAPPERS?

Conceitualmente, *YouthMappers* é um projeto que se transformou numa rede de movimento estudantil global que cria dados geoespaciais, conhecimento e comunidade. A *YouthMappers* cria dados geoespaciais abertos através das atividades de mapeamento realizadas por estudantes universitários, os quais são membros de capítulos da *YouthMappers* em universidades ao redor do mundo. A *YouthMappers* gera conhecimento porque desenvolve diversas atividades acadêmicas que vão desde palestras, workshops, conferências, cursos, treinamentos, mapatonas (maratonas de mapeamento); apoia e desenvolve projetos de pesquisa, estágios e publicações científicas.

A *YouthMappers* cria comunidades de mapeamento, através das atividades de mapeamento colaborativo e humanitário, conectando estudantes e professores de diferentes lugares do mundo. Essas atividades de mapeamento colaborativo e humanitário são organizadas por estudantes e professores universitários, e ajudam as suas próprias comunidades. Assim, colaboram com a produção de dados geoespaciais abertos que servem de apoio em ações de governos locais como prefeituras, secretarias de meio ambiente, urbanismo, segurança e transporte.

Por isso, a *YouthMappers* se assemelha aos projetos de ensino, pesquisa e extensão, comumente desenvolvidos nas universidades brasileiras. Contudo, é um projeto que se tornou global, se constituindo numa rede com diversas parcerias. O lema da *YouthMappers* é: “*We don’t just build maps. We build mappers*”, em tradução livre: “não criamos apenas mapas. Criamos mapeadores”.

A ORIGEM DA YOUTHMAPPERS

Enquanto projeto consorciado, a rede *YouthMappers* foi criada no ano de 2014 e lançada no ano de 2015 por quatro universidades americanas: *Texas Tech University*, *West Virginia University*, *The George Washington University* e *Arizona State University* através de um consórcio universitário financiado pela *United States Agency for International Development* – USAID. A idealizadora e fundadora principal da *YouthMappers* é a professora americana Patricia Solís que leciona na *Arizona State University*.

A ideia da criação do projeto *YouthMappers* surgiu da necessidade de se preencher os vazios de dados cartográficos, e do interesse em mapeamento de código aberto para a resiliência. De acordo com a professora Patricia Solís, em sua apresentação de abertura da conferência *Open Mapping for Resilience by Youth in Higher Education / UCGIS, Webinar*, no ano de 2016, inicialmente, o grupo de cofundadores da *YouthMappers* estava interessado em criar e usar dados geoespaciais abertos que abordassem os desafios de desenvolvimento definidos localmente em todo o mundo, como, por exemplo, pobreza extrema, insegurança alimentar e questões de saúde. Essas são questões globais e atuais, e os dados geoespaciais abertos podem auxiliar na elaboração de ações e resoluções para problemas em lugares onde não existem dados e informações cartográficas.

Outro desafio importante considerado, foi o fato de 1,8 bilhões da população mundial ser composta por pessoas com idade entre 10 a 24 anos, e 85% dessas pessoas viverem em regiões pobres. Por essa razão, a *YouthMappers* tem como objetivo, principal formar jovens estudantes em mapeadores voluntários para ajudar na demanda de produção de dados geoespaciais de código aberto, que poderão auxiliar na tomada de decisão para a resiliência, por meio de uma plataforma aberta de mapeamento como a *OpenStreetMap*.

A ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA YOUTHMAPPERS

A *YouthMappers* funciona como uma comunidade e rede global com capítulos estabelecidos em universidades, liderados por estudantes e orientados por professores, onde são criados mapas abertos para projetos humanitários e científicos para o desenvolvimento do mundo real. O organograma a seguir, representado na Figura 1, ilustra como a *YouthMappers* é estruturada, de forma mais horizontal, em termos de organização e funcionamento.

Figura 1 - Estrutura de organização e funcionamento da *YouthMappers*.



Organização: autora, 2022.

EQUIPE ADMINISTRATIVA

A atual equipe administrativa da *YouthMappers* é composta pela diretora fundadora principal, que é a professora Patrícia Solís, da *Arizona State University*, e outros membros de diferentes universidades e instituições dos Estados Unidos. Cada membro da equipe administrativa tem uma função, tal qual é descrita a seguir:

- Diretora fundadora: responsável pelas decisões mais burocráticas referentes aos financiamentos dos programas da *YouthMappers*, organização de publicações científicas e eventos como conferências.
- Diretora administrativa: cuida de toda a parte administrativa como a seleção de capítulos *YouthMappers* e dos Embaixadores Regionais *YouthMappers*, organização de treinamentos realizados pela equipe administrativa da *YouthMappers*.
- Pesquisadores cofundadores: cuidam da parte de apoio aos programas de estágios, intercâmbios e bolsas como, por exemplo, *Fieldwork Program* – programa de bolsas de trabalho de campo.

- Membros do Comitê Diretivo: ajudam nas decisões mais importantes da *YouthMappers*.
- Coordenadora de Comunicação: é responsável por gerir toda a estrutura de meios de comunicação da *YouthMappers* como e-mail, blog, redes sociais, site e canal no YouTube.
- Diretora do Programa *Everywhere She Maps* (programa de bolsas de pesquisa da *YouthMappers* para incentivar meninas e mulheres na ciência que trabalham em áreas tecnológicas): cuida do funcionamento das atividades ligadas ao Programa *Everywhere She Maps*, apoiando na formação profissional de meninas e mulheres nas áreas tecnológicas.
- Membros USAID: ajudam na parte de treinamentos e estágios.
- Analistas de Sistemas de Dados: são responsáveis pela parte de criação de projetos e gerenciamento de tarefas de mapeamento na plataforma *HOT Tasking Manager* (plataforma específica de criação e gerenciamento de projetos de mapeamento humanitário pertencente a *OpenStreetMap*), validação e treinamentos para formação de validadores de dados *OpenStreetMap*. Essa equipe ajuda a garantir a qualidade dos dados geoespaciais produzidos pelos capítulos da *YouthMappers*.

EMBAIXADORES REGIONAIS YOUTHMAPPERS

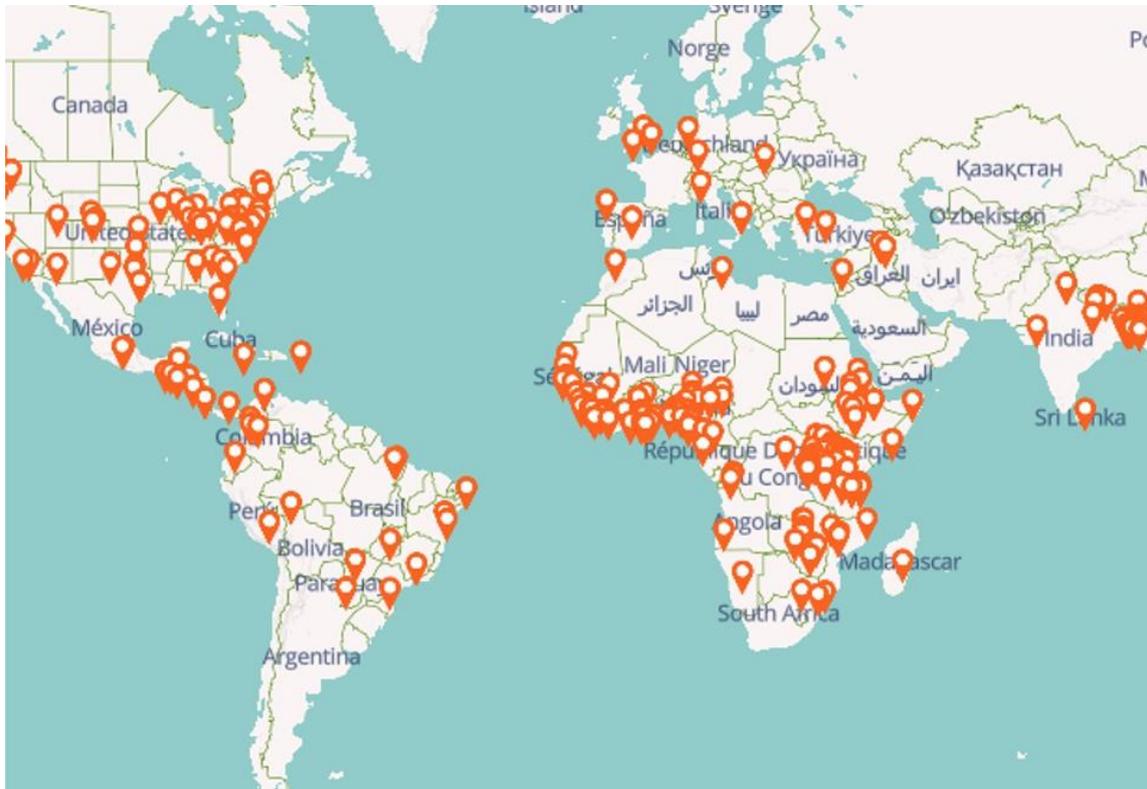
Essa é uma equipe estrangeira que exerce a função de Embaixadores Regionais *YouthMappers*. Representam a *YouthMappers* em diversos países da América Latina e dos continentes da África e Ásia. Vale ressaltar que, a equipe de Embaixadores Regionais *YouthMappers* atua em diferentes regiões do mundo ajudando a rede *YouthMappers* a crescer através do recrutamento de estudantes universitários motivados para organizar, criar e estabelecer formalmente capítulos da *YouthMappers* sediados em universidades. Para além disso, os Embaixadores Regionais *YouthMappers* fornecem suporte para os capítulos da *YouthMappers* por meio de treinamento técnico presencial ou remoto, com o objetivo de garantir a qualidade na criação dos dados na plataforma *OpenStreetMap*.

CAPÍTULOS YOUTHMAPPERS

Desde a sua fundação, no ano de 2015, a rede *YouthMappers* vem crescendo cada vez mais. Atualmente, existem trezentos e dezessete capítulos da *YouthMappers* em sessenta e sete países (Figura 2). Quem faz a rede *YouthMappers* funcionar são os próprios capítulos, que estão sediados em universidades, em diferentes lugares do mundo. Esses capítulos funcionam como grupos de pesquisas onde professores e

estudantes desenvolvem diversas atividades de mapeamento relacionadas a ensino, pesquisa e extensão, e assim colaboram com o desenvolvimento de suas comunidades.

Figura 2 - Distribuição dos capítulos por país.



Fonte: OpenStreetMap e YouthMappers, 2022.

O projeto *YouthMappers* foi idealizado com base na necessidade de preenchimento de vazios cartográficos em países pobres. E, nesse caso, nada mais eficaz do que unir mapeamento colaborativo humanitário e estudantes universitários, pois o meio acadêmico é um ambiente em que estudantes costumam se juntar em grupos para a realização de eventos acadêmicos. Então, por que não reunir estudantes universitários numa causa importante que é a produção de dados geoespaciais de código aberto? É exatamente isso que a professora Patricia Solís e os outros cofundadores da *YouthMappers* pensaram antes da criação desse. No início, as atividades do projeto *YouthMappers* foram basicamente eventos acadêmicos, em universidades norte-americanas, sobre mapeamento colaborativo e humanitário. Alguns professores norte-americanos passaram a ensinar mapeamento colaborativo e humanitário em suas aulas, incentivando os estudantes a aderirem ao hábito de mapear também fora da sala de aula.

Nas universidades dos Estados Unidos, é comum os estudantes se reunirem numa sexta-feira à noite para realizarem mapatonas que são acompanhadas por bandas de músicas e pizzas. Previamente, os estudantes escolhem uma área para mapear e depois se reúnem para fazer isso de forma presencial na própria universidade. Durante a pandemia da Covid-19 essas mapatonas continuaram, porém de forma remota.

O hábito de mapear em mapatonas tem sido expandido para além dos Estados Unidos, onde existem capítulos da *YouthMappers*. Cada vez mais departamentos de governos locais e institutos de pesquisa têm adotado o mapeamento colaborativo e humanitário, pois essa é uma maneira rápida de se produzir uma grande quantidade de dados geoespaciais e envolver a comunidade. Dito isso, considerando que o mapeamento colaborativo é a base da metodologia da *YouthMappers*, o próximo tópico explora um pouco sobre conceitos, fundamentos e distinção desse termo.

PARCERIAS, FINANCIADORES E APOIADORES DO PROJETO YOUTHMAPPERS

Outro aspecto importante, na organização e estrutura do projeto *YouthMappers*, diz respeito às parcerias. São várias as instituições e empresas que apoiam o projeto *YouthMappers* como, por exemplo, a *ESRI*, *German Red Cross*, *American Geographical Society*, *Missing Maps*, *OSGeo*, *Mapillary*, *Maxar*, *Humanitarian OpenStreetMap Team*, *University Consortium for Geographic Information Science*, *Radiant Earth Foundation*, *Critigen*, *Mozambican Red Cross*, *United States Agency for International Development – USAID*, *Texas Tech University*, *West Virgínia University*, *The George Washington University* *Arizona States University*, entre outras.

Dentre as várias instituições que apoiam o projeto *YouthMappers*, a *USAID*, para além de fornecer financiamento do projeto, também contribui dando suporte em atividades de treinamentos e estágios sobre mapeamento colaborativo e humanitário. Neste sentido, por meio das atividades realizadas pelo projeto *YouthMappers*, a *USAID* ajuda a criar oportunidades aos estudantes universitários que são membros de capítulos ao redor do mundo.

Por exemplo, a Figura 3 a), mostra um evento de treinamento realizado pela equipe administrativa da *YouthMappers* em parceria com o capítulo Pretoria *YouthMappers* na *Pretoria of University*, na África do Sul. Na Figura 3 b) é ilustrada a

pesquisa a campo realizada por Maliha Mohiuddin sobre mulheres deslocadas, numa comunidade na cidade de Dhaka, em Bangladesh, devido à ocorrência de eventos climáticos extremos como, por exemplo, os ciclones e inundações. O estudo teve como foco investigar e melhorar as condições de deslocamento das mulheres em momentos de situação de crise. Para isso, Maliha Mohiuddin explorou os impactos do conhecimento geográfico, mapeou indicadores de estresse mental e gatilhos emocionais.

Figura 3 - a) Evento acadêmico realizado pela equipe administrativa do projeto *YouthMappers* na *Pretoria of University*, na África do Sul, no ano de 2018. b) A pesquisadora Maliha Mohiuddin durante a realização de uma pesquisa a campo de um estudo sobre deslocamento de mulheres durante desastres naturais em Bangladesh no ano de 2016.



Fonte: Maliha Mohiuddin e *YouthMappers*.

Como ferramentas de apoio à sua pesquisa, Maliha Mohiuddin recorreu ao uso de plataformas como a Mapillary, e os aplicativos KoBoToolbox e Field Papers para coleta de dados e mapeamento off-line, devido à limitação de acesso à internet em alguns locais de sua área de estudo (YOUTHMAPPERS, 2020). Os dados, informações, mapeamentos e ensinamentos produzidos por Maliha Mohiuddin são importantes para as mulheres vulneráveis na cidade de Dhaka, porque auxiliam na identificação e localização de abrigos, hospitais, ajuda médica, entre outros recursos fundamentais em situações de crises.

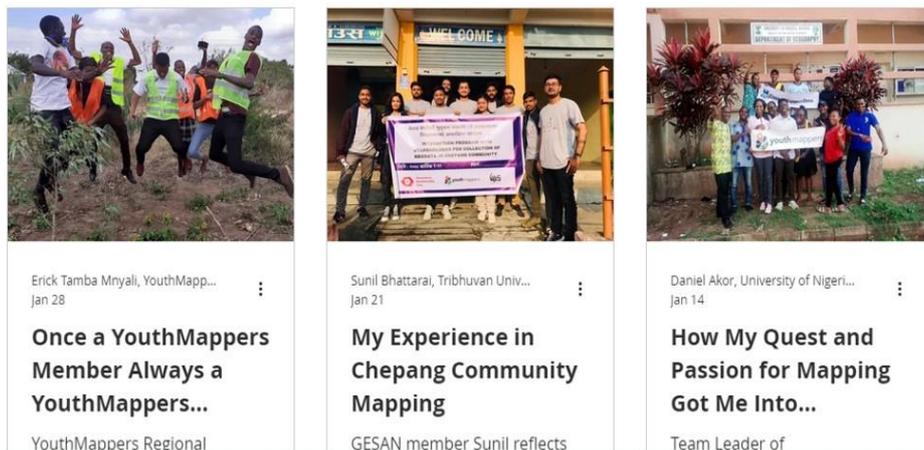
As oportunidades oferecidas pelo projeto *YouthMappers* são acessíveis através dos seguintes programas, que abrem editais periodicamente:

- Leadership Fellowship: bolsas de liderança;
- Research Fellowship: bolsas para pesquisa;
- Fieldwork Program: bolsas de trabalhos de campo;
- Everywhere She Maps: apoio às estudantes meninas e mulheres;
- Estágios e treinamentos: oportunidades de estágios realizados no GEOCENTER/USAID;
- YouthMappers Academy: cursos gratuitos e on-line.

A REDE YOUTHMAPPERS GERA CONHECIMENTO

Quinzenalmente, a *YouthMappers* publica em seu blog (Figura 4) textos de estudantes, professores ou pesquisadores. Os textos publicados variam desde textos autorais contando um pouco da rotina das atividades de mapeamentos e relatos de experiências. Ademais, a *YouthMappers* também possui um canal de vídeos na plataforma YouTube onde são disponibilizados vídeos gravados com atividades sobre eventos acadêmicos e mapeamentos realizados ao redor do mundo. Portanto, a *YouthMappers*, também, gera conhecimento que serve de inspiração para ampliar a produção de dados geoespaciais abertos para o enfrentamento dos desafios do mundo atual.

Figura 4 - Textos publicados no blog da *YouthMappers*.



© 2016-2022 by YouthMappers. Proudly created with Wix.com. Supported by USAID Award #AID-OAA-G-15-00007 and Cooperative Agreement Number: 7200AA18CA00015. YouthMappers® is a registered trademark. Info@youthmappers.org



Fonte: Blog da *YouthMappers*.

A rede *YouthMappers* realiza treinamentos de capacitação aos estudantes. São treinamentos para ensinar como começar a mapear, como utilizar a plataforma *OpenStreetMap*, como realizar a validação de dados, como utilizar softwares, ferramentas e aplicativos de mapeamento como, por exemplo, *Map Swipe*, *Field Papers*, *HOT Task Manager/OpenStreetMap*, *Mapbox*, *Mapillary* e *KoBoToolbox*. Esses treinamentos são realizados tanto pelos Embaixadores Regionais *YouthMappers*, quanto pela própria equipe administrativa do projeto *YouthMappers*, bem como pelos estudantes e professores que são membros dos capítulos em universidades de diferentes países.

Essas são atividades com efeito multiplicador, onde é possível aprender a mapear e usar diferentes tipos de ferramentas de mapeamento colaborativo e humanitário, com mapeadores mais experientes. Em seguida, esse mesmo aprendiz acaba por transmitir o que aprendeu para outras pessoas de sua comunidade, multiplicando-se assim os mapeadores. Nesse contexto, o Mapeamento Colaborativo e Humanitário está se tornando uma ferramenta fantástica para dar resposta a situações de crises mais complexas como desastres naturais, desastres ambientais, conflitos civis, guerras, surtos de doenças.

Contudo, o mapeamento colaborativo e humanitário também está servindo de ferramenta para auxiliar no planejamento urbano envolvendo diferentes questões como rede de transporte público, acessibilidade, iluminação pública, e localização de pontos importantes como supermercados, farmácias, hospitais, delegacias, postos policiais, nome de ruas, postos de combustíveis, bancos, escolas e restaurantes.

MAPEAMENTO COLABORATIVO E HUMANITÁRIO

Desde os tempos das grandes navegações, os mapas são utilizados para diferentes objetivos, muito embora, no período em que viveu Cristóvão Colombo, o principal propósito fora o de pesquisar e mapear os novos territórios conquistados, tendo pouca consideração para com os habitantes nativos. Muito diferente desses propósitos imperialistas, nas últimas décadas, os mapas vêm ganhando espaço em quase tudo no cotidiano da vida humana (JOLY, 1990).

Isso está acontecendo porque os mapas passaram a ter outros significados. Por exemplo, hoje utilizamos mapas digitais para traçar rotas de diferentes tipos de transportes, para nos locomover para o trabalho ou para um passeio turístico. Diariamente recorremos aos mapas de previsão do tempo para saber se vai chover ou não em determinada região. Em caso de surtos de doenças, usamos os mapas para delimitar e ter controle epidemiológico, e recorremos aos mapas de desastres naturais como recurso indispensável no processo de levar ajuda às pessoas afetadas, entre outros tantos exemplos de utilização de mapas em nosso cotidiano.

A forma como produzimos mapas também evoluiu nessas últimas décadas. Com o tempo, o formato analógico de se produzir um mapa foi substituído pelos recursos digitais vinculados à cartografia digital ou cartografia automatizada por computador (CAC), agilizando o processo de criação e maximizando os detalhes em termo de escala. Antigamente, a produção de um mapa era uma tarefa quase sempre solitária. Entretanto, o mapeamento colaborativo e humanitário, usando plataformas digitais, permite que um mapa possa ser produzido de forma coletiva através da participação várias pessoas com diferentes níveis de conhecimento.

Essa forma de se produzir mapas pode ser denominada de mapeamento participativo ou mapeamento colaborativo e humanitário, cujos conceitos serão melhor clarificados a seguir.

MAPEAMENTO PARTICIPATIVO

Em termos conceituais, o mapeamento participativo é definido como uma forma interativa de elaboração de mapas com base na colaboração das pessoas que vivem na comunidade. Esse tipo de produção dos mapas prioriza a inclusão de elementos mais significativos para essa comunidade (ANDRADE e CARNEIRO, 2009; ROQUETTE, 2015; ARAÚJO, ANJOS e ROCHA FILHO, 2017). Esse tipo de mapeamento permite uma melhor interpretação desses mapas pelos próprios moradores dessa comunidade, bem como uma melhor compreensão das particularidades em termos de território.

A origem do mapeamento participativo como metodologia, nos meios acadêmicos e institutos de pesquisas, remonta às décadas de 1950 e 1960 e teve início a partir da necessidade de se incluir populações locais nos processos de criação de

mapas, devido ao vasto conhecimento dessas populações no que se refere ao seu habitat (DIOTTO; GUERRA e PANCHER, 2019). As primeiras atividades de mapeamento participativo ocorreram no Canadá e no Alasca/EUA, onde um grupo de geógrafos que estava pesquisando sobre povos nativos e indígenas canadenses precisou elaborar mapas que incluíssem o conhecimento local dessas comunidades (CHAPIN E THRELKELD, 2008; LINHARES e SANTOS, 2017).

Obviamente que, desde os primórdios da humanidade, o ser humano já tentava mapear o seu habitat através de ilustrações rupestres e croquis registrados em paredes rochosas, representando os modos de vidas. Isso foi primordial para a sua evolução enquanto espécie e indivíduo. Das vivências em cavernas, o ser humano foi conhecendo o seu espaço, mapeando, conquistando, demarcando e transformando, até o formato atual.

Metodologicamente, um mapa produzido através de mapeamento participativo é elaborado de forma simples. A população local indica os problemas e quais possíveis soluções almejam. Coletivamente, profissionais qualificados em cartografia, dialogam com os moradores locais, e mostram como deverão ser as etapas na elaboração do mapa. Porém, esse é um processo que deve ser feito de forma imparcial, visando aproximar os beneficiados aos conhecimentos cartográficos e tecnológicos que poderão ser utilizados para produzir o mapa como é mostrado na Figura 5 (CHAPIN E THRELKELD, 2008; ARAÚJO, ANJOS e ROCHA FILHO, 2017).

Figura 5 - Indígenas trabalhando em conjunto com pesquisadores na realização de um mapeamento participativo na aldeia Kamayurá no Alto Xingu, no Brasil.



Fonte: Chapin e Threlkeld, 2008, p. 48.

O resultado pode ser um mapa desenhado a mão como um simples croqui ou até mesmo um mapa mais robusto, digital ou impresso. O produto final do mapeamento participativo resulta num excelente instrumento de aplicação e gestão de políticas públicas, pois possibilita as tomadas de decisões e o planejamento territorial baseado em atender às necessidades da comunidade, ao mesmo tempo em que se dá voz a essa comunidade. Um morador de uma comunidade é sempre a melhor pessoa, em termos de conhecimento local, para indicar as demandas sociais, econômicas e ambientais que envolvem o seu habitat.

MAPEAMENTO COLABORATIVO E HUMANITÁRIO

Inicialmente, precisamos entender que o mapeamento colaborativo e humanitário tem quase as mesmas características do mapeamento participativo, porém, o que distingue esses termos é, principalmente, o formato digital que pode ser presencial ou de forma remota. O formato digital do mapeamento colaborativo e humanitário permite que várias pessoas produzam, simultaneamente, uma grande quantidade de dados geoespaciais mapeados em um curto período de tempo (ROUSE, BERGERON, HARRIS, 2007; MEDEIROS, 2017; HERFORT, *et al.*, 2021; GASPARI, *et al.*, 2021).

O termo “Humanitário” é usado junto com o termo mapeamento colaborativo a partir do momento em que a atividade de mapeamento é realizada envolvendo questões humanitárias. Ou seja, uma atividade de mapeamento com o objetivo de se produzir dados para atender a alguma situação de crise humanitária como, por exemplo, o terremoto que atingiu o Haiti no ano de 2010, ou, ainda, o deslizamento de terra que ocorreu no ano de 2022 na cidade de Petrópolis, no estado do Rio de Janeiro, onde várias pessoas morreram soterradas pela lama que desceu dos morros e destruiu as casas ao redor.

Como afirma Xavier *et al.* (2020, p. 143, grifo nosso), o mapeamento colaborativo e humanitário pode ser compreendido como “[...] *uma atividade colaborativa para a geração de dados sobre as características do espaço geográfico, isto é, dados geográficos sobre ruas, rodovias, edificações, entre outros.*”

O mapeamento colaborativo e humanitário surgiu na década de 1990, e isso ocorreu a partir da evolução da WEB 1.0, que é o formato das páginas de internet (BRAVO e SLUTER, 2018). De acordo com Bravo e Sluter (2018), na época em que o

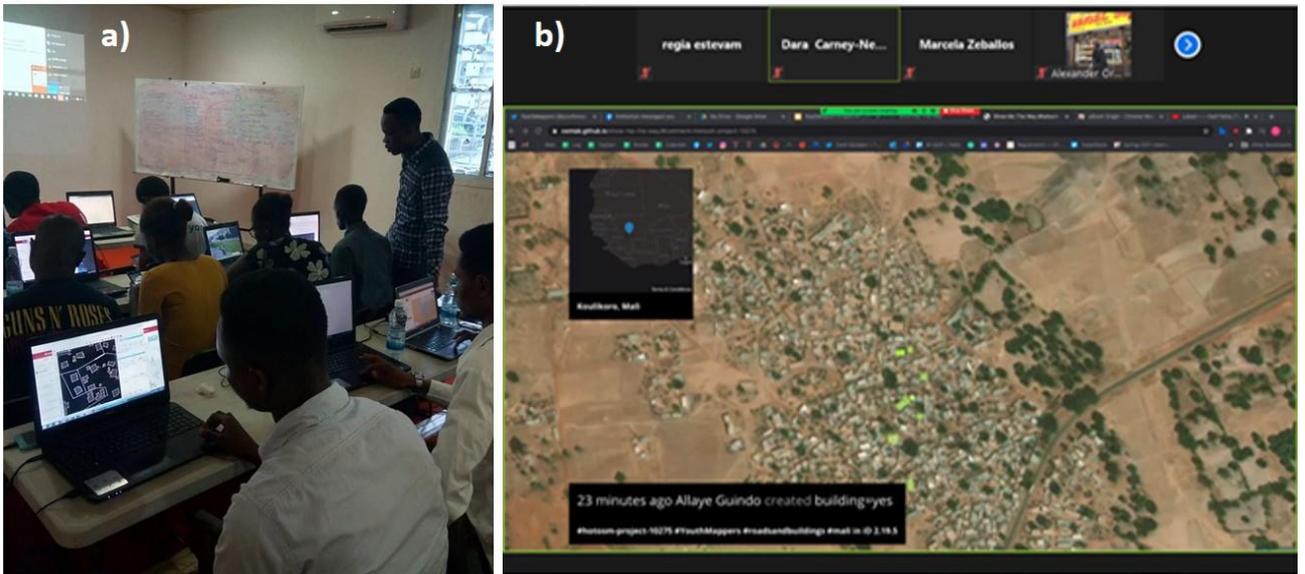
formato da internet o modelo WEB 1.0, as páginas de internet apresentavam uma dinâmica estática, ou seja, supriam a função apenas de disponibilizar informações sem permitir a interação com o usuário. Por exemplo, sites para leitura, páginas e portais que forneciam informações e dados estatísticos, páginas em formato HTML e formulários WEB. Nesse caso, o administrador do site ou página da internet deveria acessar e atualizar as informações periodicamente. Foi nessa mesma época que surgiram sites como o Yahoo, Netscape, EBAY, entre outros tantos.

Mais tarde, com a evolução da WEB 1.0 para WEB 2.0, ocorreu uma evolução nos formatos dos designers de elaboração das páginas de internet. A WEB 2.0 é um formato mais colaborativo, pois permitiu o surgimento dos blogs, os fóruns de discussões, as páginas de Wikipédia, aplicativos de WEB, serviços de WEB etc. A WEB 2.0 possibilitou a criação de páginas e sites que permitem a interação entre pessoas de diferentes locais. Foi nesse processo que surgiram sites como o Google, a Amazon, Wikipédia, redes sociais como o Twitter e a extinta ORKUT, e também as primeiras plataformas de mapeamento colaborativo (VASCONCELOS, 2011; BRAVO e SLUTER, 2018).

O formato atual da internet é o WEB 3.0, que tem uma característica semântica, extremamente interativa, com conteúdo mais dinâmico como, por exemplo, com a internet móvel. A WEB 2.0 possibilita o fornecimento de serviços mais dinâmicos como a plataforma do YouTube, redes sociais como o Instagram, Facebook, Snapchat e Tik Tok, onde o usuário pode fazer tudo em tempo real (VASCONCELOS, 2011; TAVARES, 2016 BRAVO e SLUTER, 2018).

Isso permitiu o surgimento e avanço das plataformas de mapeamento colaborativo e humanitário, possibilitando às pessoas realizarem atividades de mapeamento de forma coletiva e digital. As figuras 6 a) e b) mostram a diferença entre as atividades de forma remota e presencial de mapeamento colaborativo. Essas atividades de mapeamento colaborativo e humanitário são conhecidas como *mapathon* (em idioma Inglês) ou *mapatona* (em idioma Português do Brasil).

Figura 6 - a) Mapatona presencial realizada pelo capítulo SGA *YouthMappers* em Serra Leoa – África; b) Mbapatona realizada de forma remota pela a *YouthMappers* para mapear uma área rural do Mali – África.



Fonte: *YouthMappers*, 2022.

Numa mapatona, as pessoas se reúnem, de forma remota ou presencial, utilizam uma plataforma digital para mapear uma determinada área que necessita de dados sobre edificações, ruas, rede de transporte público, acessibilidade, hospitais, farmácias, moradias em áreas de risco de inundação, entre outros temas.

É importante ressaltar que, no mapeamento colaborativo e humanitário, realizado de forma remota, é possível a participação de pessoas de diferentes locais do mundo mapeando a mesma área ao mesmo tempo. É comum que durante uma mapatona, de forma remota, as pessoas aproveitem o tempo para conversar, trocar ideias e informações, ensinar e aprender ao mesmo tempo que mapeiam. Portanto, o mapeamento colaborativo e humanitário possibilita esse tipo de interação mais dinâmica entre os participantes.

OPENSTREETMAP: PLATAFORMA DE MAPEAMENTO UTILIZADA PELA YOUTHMAPPERS

Existem várias plataformas de mapeamento colaborativo e humanitário para atender A diferentes objetivos. *OpenStreetMap* - *OSM*, *Google Maps* e *Wase* são exemplos de plataformas de mapeamento colaborativo e humanitário. No entanto,

destacamos aqui apenas a *OpenStreetMap* por ser a plataforma utilizada pela rede *YouthMappers*.

A *OpenStreetMap* é uma plataforma global de mapeamento colaborativo e humanitário focada em produção de dados geoespaciais de código aberto. Se constitui como um projeto desenvolvido por uma comunidade voluntária de mapeadores que contribuem e mantêm atualizados os dados e informações sobre estradas, ruas, pontes, estações rodoviárias e ferroviárias, aeroportos, hospitais e muito mais por todo o mundo (OPENSTREETMAP FOUNDATION, 2021).

Qualquer pessoa pode acessar e utilizar essa plataforma. Os usuários podem utilizar a plataforma tanto para produzir quanto para obter dados geoespaciais. Os dados geoespaciais produzidos através da plataforma *OpenStreetMap* são dados de código aberto e não podem ser comercializados.

No Brasil, nos meios acadêmicos, a *OpenStreetMap*, ainda é praticamente desconhecida mesmo em cursos que têm disciplinas curriculares como Cartografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Infelizmente, nos meios acadêmicos brasileiros, ainda predomina a produção de mapas da forma mais convencional, cujo processo de produção é solitário e muito árduo para algumas pessoas que recorrem apenas ao uso de softwares de Sistemas de Informação Geográfica como o Spring, o ArcGis, e o QGIS.

Depois desse mapa convencional pronto, geralmente, ele será disponibilizado por meio de publicação científica em um periódico e dificilmente a base cartográfica se tornará acessível para qualquer pessoa que necessite dessa fonte de dados. Quem, no meio acadêmico, nunca enfrentou dificuldades para conseguir uma determinada base cartográfica na própria universidade ou numa prefeitura? Quase sempre ouvimos relatos sobre isso nos meios acadêmicos.

No Brasil, são poucos os capítulos da *YouthMappers* que possuem um histórico de experiências com mapeamento colaborativo e humanitário utilizando a plataforma *OpenStreetMap*, conforme observamos nas primeiras atividades como Embaixadora Regional *YouthMappers*.

A *OpenStreetMap* também começou dentro de uma universidade e se tornou numa plataforma global de mapeamento colaborativo e humanitário. É importante aqui esclarecer um pouco sobre a sua origem, a sua estrutura de funcionamento, e os objetivos que regem esse grande projeto global de mapeamento que é utilizado por milhões de pessoas diariamente.

COMO SURTIU A OPENSTREETMAP

A história da *OpenStreetMap* teve início no ano de 2004, a partir de uma frustração do britânico Steve Coast. Na época ele estava cursando graduação em uma universidade de Londres e precisou de dados geoespaciais da cidade de Londres para um trabalho acadêmico. Ele visitou diversos departamentos do governo local e enfrentou muitas dificuldades para conseguir os dados geoespaciais da cidade de Londres. Foi então, que Steve Coast decidiu produzir dados geoespaciais abertos da cidade de Londres.

Munido de um computador na sua mochila, um aparelho GPS (Global Positioning System) e uma bicicleta, Steve Coast percorreu a cidade de Londres recolhendo dados digitais. Em seguida, ele elaborou os primeiros dados geoespaciais fundando a plataforma *OpenStreetMap* no ano de Em seguida, Steve Coast começou a divulgar o projeto para outras pessoas, empresas, instituições e governos locais.

Naquele momento da recém-fundação da plataforma de mapeamento *OpenStreetMap*, as pessoas foram cada vez mais percebendo a importância da produção de dados geoespaciais de código aberto porque isso ajudaria a mapear toda a cidade, auxiliaria no desenvolvimento urbano, servindo de apoio para a ações de departamentos de meio ambiente, urbanismo, saúde e transporte público. Consequentemente, cada vez mais as pessoas, diferentes instituições e empresas foram aderindo ao projeto e à plataforma de mapeamento *OpenStreetMap*.

Em 2006, foi estabelecida a *OpenStreetMap Foundation* para apoiar o projeto estimulando o crescimento, desenvolvimento, distribuição e fornecimento de dados geoespaciais gratuitos para qualquer pessoa usar e compartilhar (OPENSTREETMAP FOUNDATION, 2021). Também, no ano de 2006, a *Yahoo* permitiu que a *OpenStreetMap*

pudesse utilizar, gratuitamente, as suas imagens de satélites para facilitar o processo de mapeamento.

No ano de 2007, a *University of Oxford* aderiu ao *OpenStreetMap*, tornando-se a primeira universidade do mundo a adotar esse projeto global de mapeamento colaborativo e humanitário. Nesse mesmo ano, em Manchester, foi realizada a primeira conferência da *OpenStreetMap* nomeadamente a “*State Of The Map 2007*”, com o registro de 9.000 inscrições.

Durante o terremoto no Haiti, ocorrido no ano de 2010, ficou comprovado o quão valioso são os dados dos mapas de código aberto para as ajudas humanitárias, pois, em poucos dias, foi possível mapear toda a região do terremoto e facilitar o socorro de pessoas afetadas. Assim sendo, em agosto de 2010, foi criada a *Humanitarian OpenStreetMap Team* que é uma organização de caridade em que qualquer pessoa pode participar das atividades de mapeamento através do gerenciador de tarefas *Hot Tasking Manager* da *OpenStreetMap*.

Para além de produzir dados geoespaciais de código aberto para questões humanitárias, os colaboradores da *Humanitarian OpenStreetMap Team* também produzem dados para o desenvolvimento urbano e rural, prevenção de desastres naturais e ambientais, e questões sociais como segurança, saúde e educação. No entanto, para questões com fins educacionais, a *OpenStreetMap* desenvolveu a ferramenta *TeachOSM* em que se pode criar e gerenciar projetos de mapeamento com diferentes temas para apenas ensinar estudantes e professores a mapear ou produzir dados, de forma rápida, para um determinado projeto.

Ainda em 2010, a *Microsoft Bing* - ferramenta para busca de informações na internet - passou a permitir o uso gratuito de suas imagens de satélites em pela *OpenStreetMap* em suas atividades de mapeamento. Antes, a licença de direito do uso das imagens de satélites da *Microsoft Bing* era privada. Perante o exposto, a *Microsoft Bing* mudou a modalidade dessa licença privada para aberta de forma que permitisse o acesso da *OpenStreetMap* a essas imagens para utilizá-las em seus mapeamentos colaborativos e humanitários.

A partir do ano de 2012, ocorreram várias mudanças envolvendo a *OpenStreetMap* como, por exemplo, o lançamento do aplicativo *Google Maps* para telefones iOS da Apple. Isso causou o aumento no preço das ações da Google. Como resultado, esse aumento das ações da Google fez com que as pessoas entendessem que era cada vez mais difícil conseguir ter acesso aos dados de empresas como a Google, pois para obter dados geoespaciais da Google era preciso pagar caro por isso. Esse fato foi inviabilizando diversos projetos ao redor do mundo. Então, as pessoas começaram a olhar para a questão da necessidade de se produzir dados geoespaciais de código aberto, de forma mais democrática e colaborativa.

Atualmente, existem mais de 8.645.799 usuários registrados na plataforma *OpenStreetMap*. São milhões de edições realizadas diariamente por meio do uso das ferramentas JOSM e iD. Através dessas ferramentas de edição, o mapeador edita linhas, pontos e áreas complementando com as etiquetas relacionadas com as estruturas mapeadas. O sistema de etiquetas da *OpenStreetMap* permite nomear cada atributo com as suas devidas características diferenciando, por exemplo, uma rua de uma estrada ou rodovia.

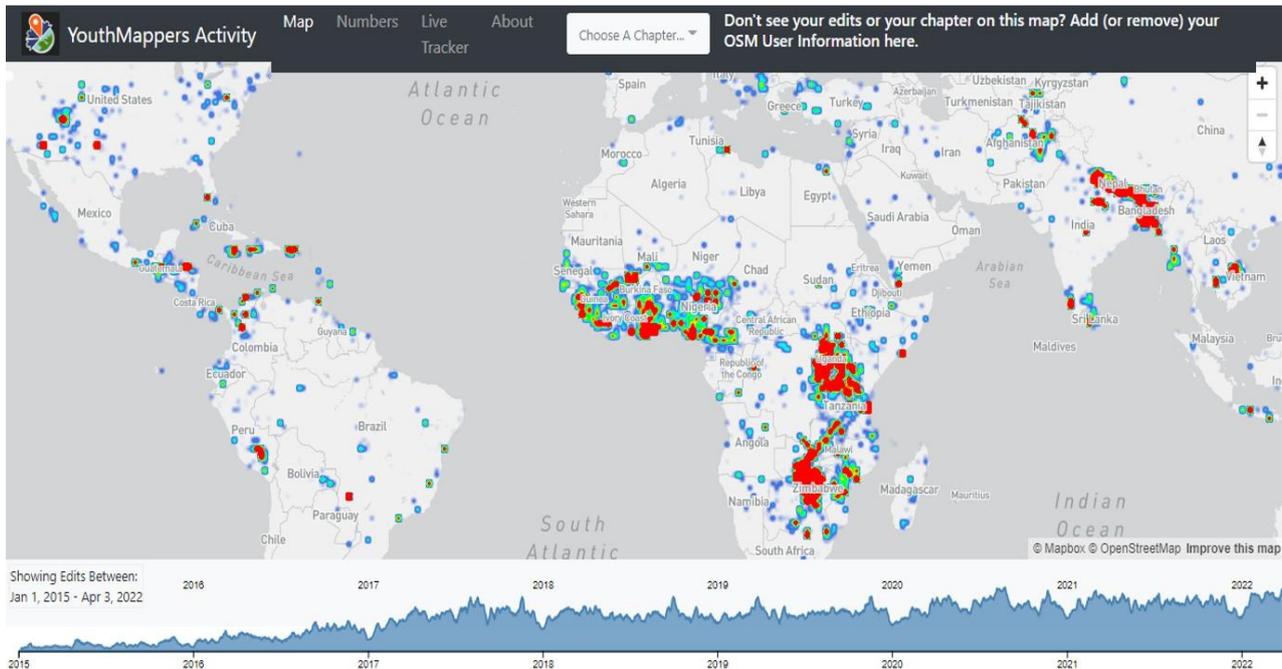
Após o mapeamento, esses dados ficam armazenados na própria plataforma da *OpenStreetMap*. Porém, caso queira, o usuário pode fazer o download desses dados geoespaciais e trabalhar com eles usando softwares como o ArcGis ou o QGIS. Conforme exposto, a *OpenStreetMap* é a plataforma utilizada pela rede *YouthMappers*, cuja a quantidade de membros está cada vez mais aumentando e, com isso, reduzindo os vazios cartográficos ao redor do mundo.

COMO ESTUDANTES *YOUTHMAPPERS* COLABORAM COM AS SUAS PRÓPRIAS COMUNIDADES

A partir do rastreamento digital das atividades de mapeamentos dos capítulos *YouthMappers*, na plataforma *OpenStreetMap*, é possível quantificar o número de contribuições de cada capítulo da *YouthMappers*. Essa é uma maneira simples de acompanhar as atividades dos capítulos da *YouthMappers* e como estão ajudando a preencher os vazios cartográficos nas suas próprias comunidades ou em lugares mais distantes através de mapatonas organizadas por outros capítulos da *YouthMappers* ou grupos de mapeadores pertencentes a outras comunidades de mapeamento

colaborativo e humanitário. Na Figura 7 é possível observar a evolução das atividades de mapeamento dos capítulos da *YouthMappers* ao redor do mundo entre os anos de 2015 a 2022.

Figura 7 - Atividades dos capítulos *YouthMappers* ao redor do mundo.



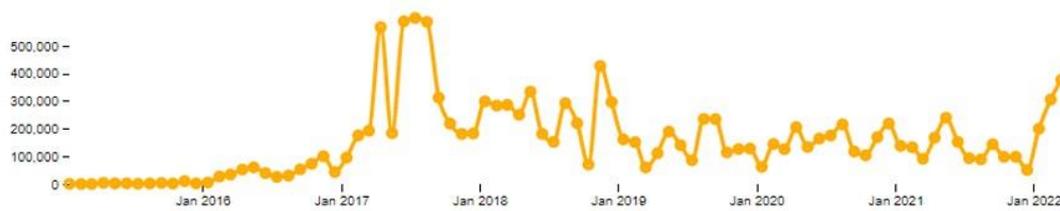
Fonte: YouthMappers e OpenStreetMap, 2022.

Existe uma grande diversidade de atividades de mapeamento colaborativo e humanitário devido ao objeto e objetivo de estudo de cada capítulo da *YouthMappers*. Alguns capítulos da *YouthMappers* concentram-se em temas mais urbanos como, por exemplo, mapeamento de ciclovias, redes de transportes, iluminação pública, áreas de risco de inundação, arborização para estudo sobre o clima, entre outras temáticas que podem, de alguma forma, ajudar no desenvolvimento da cidade. Por outro lado, outros capítulos focam em estudos relacionados a questões rurais que envolvem o mapeamento de estradas, pontes, áreas naturais, infraestrutura agrícola.

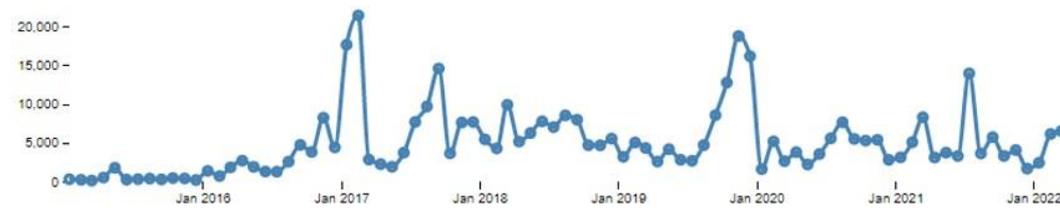
A Figura 8 mostra a evolução do mapeamento de edificações e rodovias durante os anos de 2016 a 2022. Cabe destacar que, na plataforma *OpenStreetMap*, a palavra edifício é usada para nomear edificações mapeadas em que o mapeador não consegue, na imagem de satélite, distinguir se tal edificação é um prédio, um estabelecimento comercial ou simplesmente uma casa.

Figura 8 - Rastreamento de dados geoespaciais como rodovias e edificações, na plataforma *OpenStreetMap*, pelos capítulos da *YouthMappers*.

Novos edifícios adicionados a cada mês



Novas rodovias adicionadas a cada mês



Fonte: *YouthMappers*, 2022.

Analisando os dados geoespaciais, adicionados pelos capítulos da *YouthMappers* durante o mês de janeiro de 2022 na plataforma *OpenStreetMap*, nota-se que a Somália foi o país com mais registros de mapeamentos. Essas edições feitas na plataforma *OpenStreetMap* são dados adicionados por meio de mapeamento colaborativo e humanitário. Como é representado na Figura 9, as edições feitas por mapeadores da Somália em conjunto com o Quênia e o Nepal, totalizam cerca de 183.6697 dados geoespaciais produzidos no mês de janeiro de 2022.

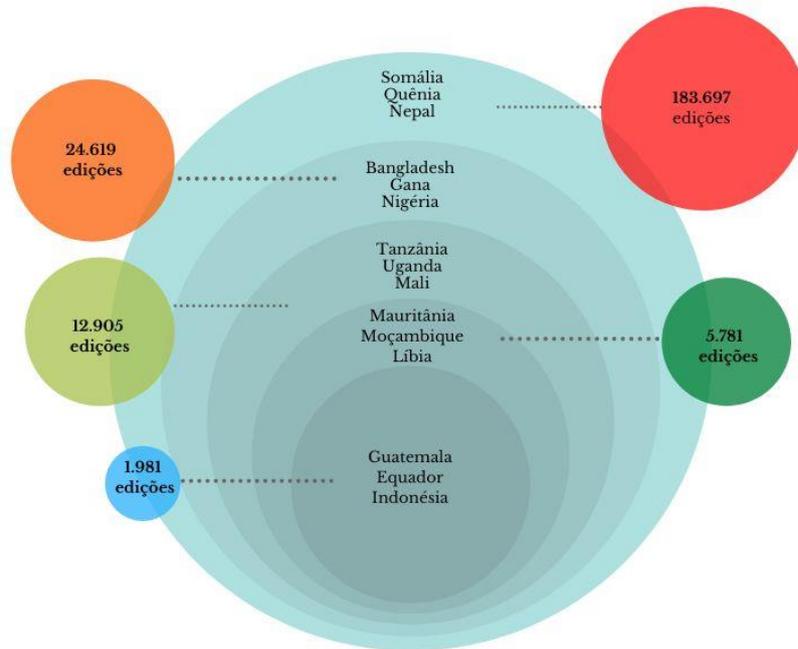
Os dados geoespaciais produzidos nesse período são referentes a estradas, construções, edificações urbanas e rurais, assentamentos urbanos ilegais, insegurança alimentar, rotas de transporte, áreas afetadas por surtos de doenças, mapeamento de trilhas e infraestrutura para respostas rápidas e seguras para questões de emergências. Conforme destaca Odame (2020), os serviços voluntários dentro da comunidade *OpenStreetMap* aumentam a visibilidade das populações vulneráveis.

Considerando esse período, no mês de janeiro, os capítulos da *YouthMappers* da Tanzânia acrescentaram 6.957 dados cartográficos. Somados aos dados mapeados pelos mapeadores membros de capítulos da *YouthMappers* em Uganda e Mali, totalizam cerca de 12.905 dados geoespaciais produzidos. Em contrapartida, nesta análise, os capítulos

YouthMappers com menos registros de mapeamento, na plataforma *OpenStreetMap*, foram dos seguintes países: Guatemala, Equador e Indonésia.

Figura 9 - Gráfico do número de edições (mapeamento) feitas pelos membros dos capítulos *YouthMappers*, por países agrupados, que mais realizaram edições na plataforma *OpenStreetMap* durante o mês de janeiro de 2022.

Edições, dos capítulos *YouthMappers* que mais mapearam, durante o mês de janeiro de 2022.



Fonte: *YouthMappers*, 2022.

Mesmo os poucos registros de dados mapeados são importantes para a comunidade desses capítulos da *YouthMappers*, pois são dados que serão usados na preparação de prevenção aos desastres naturais como, por exemplo, as erupções vulcânicas em regiões densamente povoadas do Equador que afetam a população local. Contudo, é importante sublinhar que esses quantitativos ou país, alteram-se conforme as atividades realizadas pelos capítulos da *YouthMappers* no decorrer do ano. Isso pode ser influenciado pelos projetos de mapeamento de cada capítulo *YouthMappers* os quais seguem uma agenda própria de atividades conforme a realidade de cada universidade.

Geralmente, essas atividades de mapeamento estão vinculadas a um projeto de pesquisa. No entanto, isso não é uma regra e alguns capítulos da *YouthMappers* usam as atividades de mapeamento como parte da rotina de ensino de alguma disciplina.

Independentemente disso, os dados geoespaciais produzidos poderão, futuramente, ajudar a constituir uma base de dados de referência de uma universidade, prefeitura ou instituto pesquisa.

Dentre os doze capítulos *YouthMappers* existentes no Brasil, destacamos aqui o capítulo UAIGeo – Unificar Ações e Informações Geoespaciais, sediado na Universidade Federal de São João del Rei. O capítulo UAIGeo foi estabelecido no mês de novembro de 2020, sob a coordenação da professora Dr^a Sílvia Elena Ventrini e, desde então, vem desenvolvendo vários projetos de mapeamento colaborativo e humanitário como, por exemplo, o mapeamento de comunidades ribeirinhas.

O projeto desenvolvido pelo capítulo UAIGeo, sob coordenação da professora Dr^a Sílvia Elena Ventrini, tem o objetivo de mapear comunidades ribeirinhas no município de Tefé, no estado do Amazonas, para fornecer informações sobre a sua distribuição espacial. Antes desse projeto, o município de Tefé-AM não tinha dados geoespaciais de código aberto produzidos através da plataforma *OpenStreetMap*.

A arquitetura das moradias das comunidades ribeirinhas nessa região, são tipicamente conhecidas como “palafitas” por estarem localizadas em áreas de igarapés. Porém, os moradores dessas comunidades ribeirinhas têm enfrentado dificuldades no sentido de serem forçados a mudar constantemente por causa do processo de assoreamento do rio Solimões. Então, o mapeamento que está sendo realizado pelo UAIGeo (Figura 10) nessas comunidades é primordial para o planejamento urbano nas margens dos rios e, com isso, ajudar a evitar os constantes deslocamentos da população por causa das enchentes.

Esse projeto de mapeamento das comunidades ribeirinhas em Tefé-AM está hospedado na plataforma *HOT Tasking Manager*, e conta com a participação de 135 mapeadores colaboradores de nível intermediário que podem contribuir diretamente através da própria plataforma (Figura 11). Para além disso, o projeto envolve também uma parceria com professores e estudantes da Universidade Estadual do Amazonas que dão suporte local para o capítulo UAIGeo. Como menciona a estudante Ana Luísa Teixeira (2021), que é a líder do capítulo UAIGeo, os dados mapeados fazem com que essas comunidades ribeirinhas sejam vistas na própria plataforma *OpenStreetMap* por

instituições e organizações humanitárias como a Cruz Vermelha, Médicos Sem Fronteiras e Organização das Nações Unidas, que mantêm atividades na região.

Figura 10 - a) Trabalho de campo do capítulo UAIGeo-UFSJ em comunidades ribeirinhas; b) Validação dos dados mapeados nas comunidades ribeirinhas no município de Tefé-AM. Ano, 2022.



Fonte: Fotos de Sílvia Ventrini e Ana Luísa Teixeira, 2022.

Figura 11 - Projeto de tarefas de mapeamento, do capítulo UAIGeo-UFSJ, hospedado na plataforma HOT Task Manager.



Fonte: OpenStreetMap, 2021.

Assim como esse projeto de mapeamento do capítulo UAIGeo, outros projetos de diferentes capítulos da *YouthMappers* ou de instituições estão sendo desenvolvidos a partir da plataforma *HOT Tasking Manager*. Para quem se interessa por mapeamento colaborativo e humanitário, essa é uma ótima plataforma para colaborar em projetos focados em causas humanitárias e questões ambientais. Portanto, como exposto neste

texto, o mapeamento colaborativo e humanitário, atrelado à *YouthMappers*, é um movimento global em que estudantes universitários têm a oportunidade única para aprender, ao mesmo tempo que contribui para a melhoria de suas comunidades.

COMENTÁRIOS FINAIS

Promover a importância do mapeamento colaborativo e humanitário nos meios acadêmicos brasileiros, através da *YouthMappers*, contribui para a produção de e atualização de dados cartográficos, ajuda na difusão da ciência aberta, estimula as práticas científicas colaborativas e o sentimento de comunidade, que são fundamentais para a produção de conhecimento nas sociedades atuais. É nesse sentido que a *YouthMappers* surgiu em forma de um projeto universitário americano, mas que foi além das fronteiras dos Estados Unidos, evoluindo para uma comunidade em formato de rede global de mapeadores estudantes. A *YouthMappers* está transformando o mapeamento colaborativo e humanitário enquanto atua como uma comunidade global unida em um único objetivo: reduzir os vazios cartográficos.

O mapeamento colaborativo e humanitário está mudando a forma como mapeamos. Essa é uma ferramenta fascinante para a produção de mapas nos meios acadêmicos. Ademais, é uma forma democrática e solidária de se produzir mapas ou bases cartográficas. E isso tem atraído até mesmo pessoas fora do campo de atuação das disciplinas relacionadas com a Cartografia, mas que se sentem movidas pela possibilidade de poder contribuir com o desenvolvimento da comunidade em que vivem.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. D. V.; CARNEIRO, A. F. T. A elaboração de documentos cartográficos sob a ótica do mapeamento participativo. **Bol. Ciênc. Geod**, Curitiba, v. 15, n. 3, p. 410-427, 2009.
- ARAÚJO, F. E.; SILVA, R. A.; ROCHA-FILHO, G. B. Mapeamento participativo: conceitos, métodos e aplicações. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 128-140, 2017.
- BRAVO, J. V. M.; SLUTER, C. R. O Mapeamento Colaborativo: seu surgimento, suas características e o funcionamento das plataformas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 05, p. 1902-1916, 2018.
- CHAMPIN, M.; THRELKELD, B. **Mapping Indigenous Lands: a practical guidebook**. 1. ed. Environmental Law Institute, Center for the Support of Native Lands, 2008, 105 p.

DIOTTO, M. G.; GUERRA, F. C.; PANCHER, A. M. Cartografia participativa: grafando o território através do conhecimento social e coletivo. *In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, Fortaleza, 2019, p. 1-12.

GASPARI, F. *et al.* Innovation in teaching: the polimappers collaborative and humanitarian mapping course at politecnico di milano. *In: The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, FOSS4G 2021*, 2021, Buenos Aires. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, FOSS4G 2021. [S. l.: s. n.], 2021, p. 63-69.

HERFORT, B.; LAUTENBACH, S.; ALBUQUERQUE, J. P.; ANDERSON, J.; ZIP, A. The evolution of humanitarian mapping within the OpenStreetMap community. *Scientific Reports - Nature Briefing*, [s. l.], v. 11, n. 3037, 2021. DOI doi.org/10.1038/s41598-021-82404-z. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-82404-z>. Acesso em: 2 mar. 2022.

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas - SP: Papyrus, 1990.

MEDEIROS, G. F. B. **OpenStreetMap: Uma Análise Sobre a Evolução de Dados Geográficos Colaborativos no Brasil**. Monografia [Curso Engenharia da Computação]. Universidade de Brasília, 2017.

LINHARES, T. S.; UNBELINO, L. F. Mapeamento participativo: subsídio à gestão participativa e ao manejo sustentável de recursos naturais de comunidades tradicionais. *Sociedade e Território*, v. 29, n. 1, p. 20, 2017.

OPENSTREETMAP FOUNDATION – OSM Foundation. **Open Street Map Foundation**. United Kingdom: OpenStreetMap Foundation, 2021. Disponível em: <http://wiki.osmfoundation.org/wiki/>. Acesso em: 2 ago. 2021.

ROQUETTE, M. E. T. **Mapeamento participativo em um contexto de conflito territorial: a experiência com a população indígena da Chapada do Á, Anchieta - ES – Brasil**. 2015. 148 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

ROUSE, L. J.; BERGERON, S. J.; HARRIS, T. M. Participating in the Geospatial Web: Collaborative Mapping, Social Networks and Participatory GIS. *In: Schari, A.; Tochtermann, K. The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are shaping the Network Society*. Advanced Information and Knowledge Processing, Springer, 2007.

SILVA, C. N.; VERBICARO, C. C. O mapeamento participativo como metodologia de análise do território. *Scientia Plena*, Belém, v. 12, ed. n. 6, p. 1-12, 2016. DOI: 10.14808/sci.plena.2016.069934. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/3140>. Acesso em: 2 mar. 2022.

SOLÍS, P. LAUNCH of the Mapping for Resilience International University Consortium - YouthMappers. Produção: YouthMappers. www.youthmappers.org: [s. n.], 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Dca0dUQfU6c>. Acesso em: 8 fev. 2022.

TAVARES, G. U.; EVANGELISTA, A. N.; SANTOS, J. O.; GORAYEB, A. Mapeamento colaborativo: uma interação entre cartografia e desenvolvimento sustentável no campus do PICI - Universidade Federal do Ceará. *Revista ACTA Geográfica*, p. 44–56, 2016.

VASCONCELOS, M. F. **Uso de mapas colaborativos para apoiar usuários de transporte público**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011, 45p.

XAVIER, G. B.; REIS, G. I.; CASTRO, I.; LUCIO, F. S.; LIMA-SILVA, F.; DEGROSSI, L. C. Potencialidades e desafios dos mapeamentos colaborativos virtuais no contexto de pandemia. **UÁQUIRI - Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre**, v. 2, n. 2, p. 12, 2020.

YOUTHMAPPERS. **LIVES ARE SAVED**. YouthMappers Blog, 2022. Disponível em: <https://www.youthmappers.org/everywhereshemapslivesaresaved>. Acesso em: 2 mar. 2022.

Capítulo 07

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ELABORAÇÃO DE PERFIL GEOECOLÓGICO UTILIZANDO SOFTWARES GRATUITOS

“...entende-se que o perfil geoecológico é uma importante ferramenta de pesquisa, ensino e aprendizagem, atual, maleável, e rica em possibilidades para os estudos da paisagem.”

Lidiane Perbelin Rodrigues
Charlei Aparecido da Silva

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ELABORAÇÃO DE PERFIL GEOECOLÓGICO UTILIZANDO SOFTWARES GRATUITOS

LIDIANE PERBELIN RODRIGUES

CHARLEI APARECIDO DA SILVA

INTRODUÇÃO

A necessidade de planejar e gerenciar o território levou, independentemente da área, da escala e dos paradigmas adotados, à realização de etapas sistemáticas que exigem o domínio de ferramentas teóricas e técnicas para a realização dos trabalhos relacionados a esse planejamento. É nesse contexto que a utilização do conceito de paisagem, associado às técnicas de representação e análise espacial tornaram-se cada vez mais relevantes.

Os mapas e cartas podem ser consideradas as formas de representação mais comuns da paisagem geográfica. Entretanto, é necessária a utilização de outras formas de representação, como os croquis, os blocos-diagrama, as fotografias e os perfis, que possibilitem diferentes perspectivas sobre a paisagem (ZACHARIAS, 2006), auxiliando na compreensão dos elementos e inter-relações existentes na paisagem.

A importância da utilização dessas diferentes formas de representação vem da própria característica da paisagem geográfica, entendida a partir dos eixos horizontal e vertical, pois a diferenciação das unidades de paisagem se dá a partir da análise desses dois eixos. Conforme Bertrand (2004), a distribuição dos elementos e camadas da paisagem não são fenômenos aleatórios, mas, resultado de uma combinação de elementos e processos.

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (BERTRAND, 2004, p. 141).

Na abordagem sistêmica, a análise da gênese, dinâmica e evolução da paisagem, pressupõe o conhecimento sobre a distribuição vertical e horizontal dos elementos e suas interações que permitem caracterizar as unidades de paisagem, entendidas como “zonas homólogas que compreenderam componentes e dinâmicas similares, desde seu substrato rochoso até a zona climática pertencente.” (MEDEIROS, 2020, p. 53).

O perfil geoecológico é um instrumento para a análise dos eixos horizontal e vertical da paisagem. Segundo Levighin e Viadana (2003), o perfil geoecológico permite correlacionar elementos fisiográficos e humanos da paisagem em estudo, facilitando a compreensão de seus processos, inter-relações e condicionantes, e distribuição dos elementos ecossistêmicos por meio de perfis, com secções de determinado espaço geográfico; são transectos com informações distribuídas a fim de possibilitar uma leitura horizontal e vertical.

Entretanto, muitas vezes para elaboração dos perfis geoecológicos, pode-se enfrentar dificuldades relacionadas à falta de metodologias descritivas na literatura científica, bem como, dificuldade de utilização, e na onerosa aquisição dos *softwares* gráficos. Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo oferecer uma metodologia de elaboração de perfil geoecológico utilizando *softwares* gratuitos.

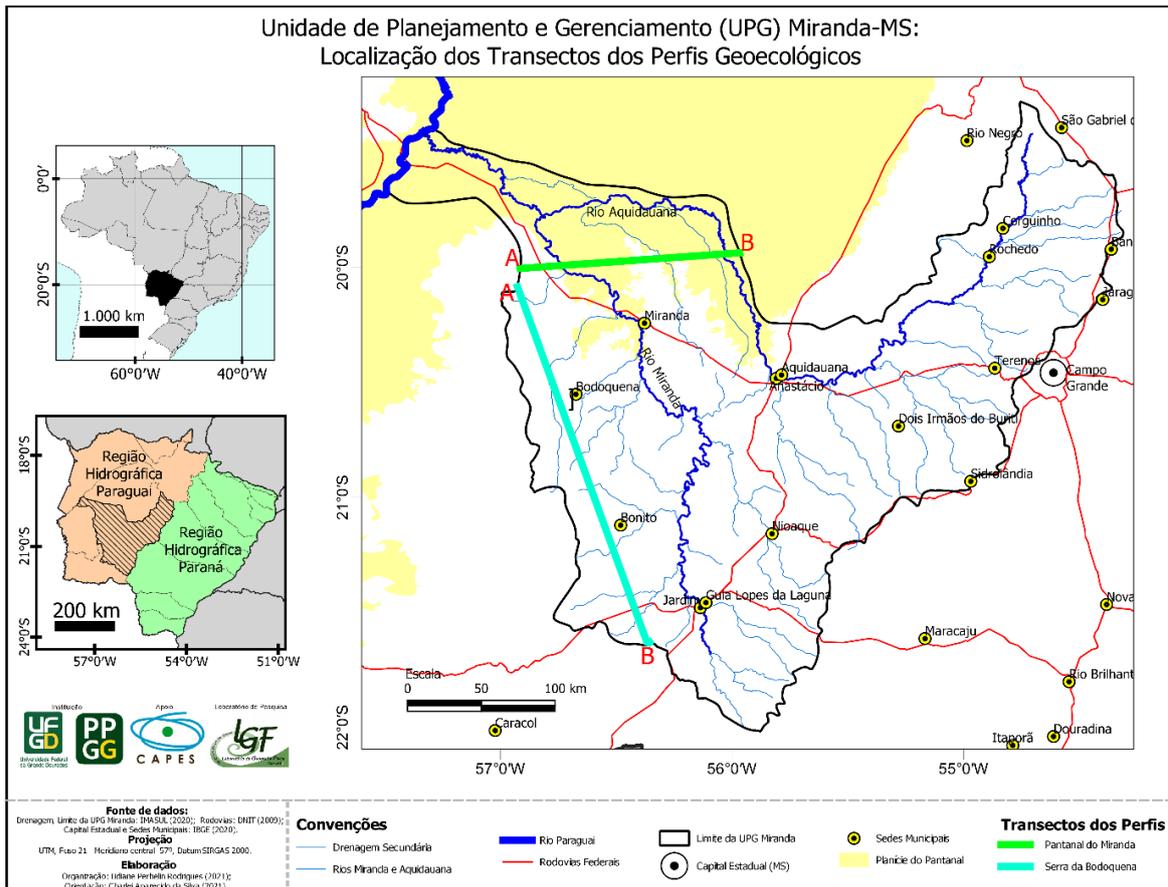
Como área de aplicação da metodologia foi escolhida a Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Miranda, uma unidade territorial definida pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (SEMAC, 2010), que possui dimensão espacial de 42.993 km², e corresponde quase perfeitamente à delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, integrante da Região Hidrográfica do Paraguai (Figura 1).

A UPG Miranda sobrepõe-se, total, ou parcialmente, à área territorial de 20 municípios sul-mato-grossenses: Anastácio, Aquidauana, Bandeirantes, Bodoquena, Bonito, Campo Grande, Corguinho, Corumbá, Dois Irmãos do Buriti, Guia Lopes da Laguna, Jaraguari, Jardim, Maracaju, Miranda, Nioaque, Ponta Porã, Rochedo, São Gabriel do Oeste, Sidrolândia e Terenos (SEMADE, 2015; IBGE, 2019; IMASUL, 2020).

Em seu território, a unidade congrega áreas do Pantanal, Cerrado e Mata Atlântica (IMASUL, 2020), distribuídos sobre regiões de planaltos, serras, chapadas, depressões e planícies (MATO GROSSO DO SUL, 1990; IBGE, 2020), com altitudes

variando entre 67 e 835 metros (USGS, 2020) com diversidade geológica marcada pela presença de duas bacias sedimentares: Bacia do Paraná e Bacia do Pantanal, além de áreas com rochas metasedimentares da Faixa Paraguai, em que ocorrem relevos cársticos (CPRM, 2006).

Figura 1 - Localização da Área de Estudo.



Fonte: Rodrigues e Silva (2021).

Na Unidade, há presença desde solos profundos, como os latossolos, até solos rasos e jovens, como os neossolos. Ocorre também a presença de gleissolos, planossolos, plintossolos e vertissolos, especialmente na região do Pantanal e suas proximidades, e destacada presença de chernossolos na Serra da Bodoquena (IMASUL, 2020; EMBRAPA, 2006).

O clima na UPG Miranda é Tropical Alternadamente Seco e Úmido na porção norte, em que ocorrem verões chuvosos e invernos secos, enquanto, na porção sul, observa-se um clima Subtropical Úmido nas áreas com relevo de altitudes mais elevadas (ZAVATTINI, 2009).

A ocupação humana da área ocorre por meio principalmente da presença de trinta e sete assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), oito terras indígenas e quinze sedes municipais (IMASUL, 2020).

A atividade agropecuária apresenta-se como dominante na área, especialmente a pecuária bovina e a agricultura de soja, que se encontra em processo de expansão desde a década de 1980, intensificando sua presença a partir do início do século XX, quando, segundo MAPBIOMAS (2019), entre 2000 e 2019, a área plantada da cultura da soja apresentou crescimento de 612.57%, atingindo 2.360,33km², ou 5.49% da área total da UPG Miranda.

METODOLOGIA

Como ferramenta de estudo da paisagem, a elaboração do perfil geoecológico deve partir do conhecimento sobre a área de estudo, com o objetivo de selecionar as melhores variáveis capazes de representar as camadas da paisagem. Posteriormente, realiza-se a elaboração de um conjunto cartográfico de qualidade, constando estes temas escolhidos, e, finalmente, a elaboração da parte gráfica do perfil, que constitui o objeto deste trabalho.

Assim, a primeira etapa de elaboração do trabalho correspondeu à estruturação conceitual do perfil geoecológico, utilizando-se como principal referência o trabalho "Perfis geo-ecológicos [sic] como técnica para estudos das condições ambientais", de Levighin e Viadana (2003), que analisaram os perfis desenvolvidos e apresentados por Troppmair (1971; 1990), Schneider (1992) e Viadana (1992), indicando a topografia, a escala, as localidades, a distância, os tipos de vegetação, o uso e ocupação dos solos, o regime hídrico, a precipitação, o percentual de umidade, os tipos de solos, a duração da estação seca, como os temas mais utilizados na elaboração dos perfis geoecológicos analisados.

Visando conhecer quais os temas mais utilizados na literatura atual, analisou-se seis artigos sobre a temática, elaborados na última década, publicados em periódicos, ou capítulos de livro. Durante a análise, percebeu-se uma relativa diversidade de técnicas de representação e temas adotados na elaboração de perfis geoecológicos. As publicações de Mezzomo *et al.* (2012), Jansen (2014), Almeida *et al.* (2017), Martins *et*

al. (2020), Santos *et al.* (2021) e Soares *et al.* (2022) indicam a relevância e a atualidade do assunto. Nesses trabalhos, os temas mais recorrentes foram: escala (100%), uso e cobertura da terra (100%), topografia (100%), geomorfologia (83%), solos (83%), geologia (66,7%), e localidades (66,7%) (Quadro 1).

Quadro 1 - Temas utilizados para elaboração dos perfis geoecológicos analisados.

Temas	Mezzomo <i>et al.</i> (2012)	Jansen (2014)	Almeida <i>et al.</i> (2017)	Martins <i>et al.</i> (2020)	Santos <i>et al.</i> (2021)	Soares <i>et al.</i> (2022)
Escala	X	X	X	X	X	X
Vegetação e/ou Uso e Cobertura da Terra	X	X	X	X	X	X
Topografia	X	X	X	X	X	X
Geomorfologia	X	X	X	X	X	-
Solos	X	X	X	-	X	X
Geologia	X	X	-	X	X	-
Localidades	-	X	X	-	X	X
Potencial de Ocorrência de Cavidade	-	X	-	-	X	-
Clima	X	-	-	-	-	X
Litologias	-	-	-	-	X	X
Aquífero	X	-	-	-	-	-
Divisão Municipal	-	X	-	-	-	-
Temperatura Média	-	X	-	-	-	-
Precipitação Total	-	X	-	-	-	-
Intensidade Pluviométrica	-	X	-	-	-	-
Aptidão Agrícola	-	X	-	-	-	-
Bacia Hidrográfica	-	X	-	-	-	-
Fauna	-	-	X	-	-	-
Bacias de Sedimentação	-	-	-	-	X	-
Unidades do Relevo	-	-	-	-	X	-
Unidades de Paisagem	-	-	-	-	-	X

Organização: Rodrigues e Silva (2021).

Apesar da consistência teórica e metodológica, nenhum destes trabalhos apresenta uma descrição detalhada das técnicas de elaboração dos perfis geoecológicos que construíram. Assim, ao buscar elaborar um perfil geoecológico para a área de estudo, foi necessário o estabelecimento dos procedimentos utilizados na construção do

perfil geoecológico, realizando-se testes das técnicas de tratamento dos dados a fim de gerar os perfis.

Assim, partir da compreensão dos objetivos do trabalho, buscou-se primeiramente escolher temas com dados de fácil acesso e que caracterizassem de forma integral a área de estudo. Dessa forma, optou-se pelos seguintes temas: Geologia (CPRM, 2006); Altimetria (USGS, 2020); Geomorfologia (MATO GROSSO DO SUL, 1990; IBGE, 2020; INPE, 2020); Solos (IMASUL, 2020; EMBRAPA, 2006); Vegetação Original (IBGE, 1992; IBGE, 2004; USGS, 2020); Uso e cobertura da terra: 1985 e 2019 (MAPBIOMAS, 2020); Localidades, tema que inclui os assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2019), rede de drenagem (IMASUL, 2020); terras indígenas e unidades de conservação (IMASUL, 2020); e clima (ZAVATTINI, 2009; MEDEIROS, 2020).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para elaboração dos perfis geoecológicos, foram utilizados os seguintes softwares: SPRING 5.3 (SPRING, 2021), software livre e gratuito de SIG fornecido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), baseado no trabalho de Câmara *et al.* (1996); QGIS 3.4 Madeira, software de código aberto, disponibilizado gratuitamente pela *Open Source Geospatial Foundation* (QGIS, 2021); o software PHOTOSCAPE X®, desenvolvido e disponibilizado gratuitamente pela MOII TECH (PHOTOSCAPE, 2021); e, o Inkscape, ofertado de forma gratuita pelo *The Inkscape Project* (INKSCAPE, 2021).

Definidos os softwares a serem empregados, elaborou-se um Banco de Dados Geográficos (BDG) no SPRING, no qual realizou-se a compilação do mapeamento temático e delineamento dos Planos de Informação (PI) vetoriais com o traçado dos perfis (Quadro 2):

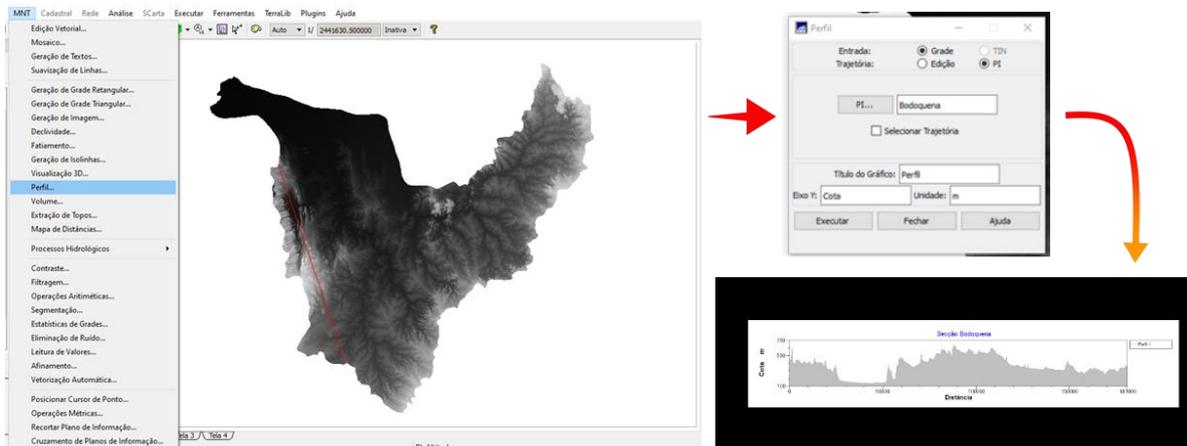
Quadro 2 - Pontos extremos dos planos de informação dos perfis geoecológicos.

Nome do Perfil	Ponto A	Ponto B
Pantanal do Miranda	20°00'16,61"S e 56°54'58,14"W	19°56'11,86"S e 55°58'2,37"W
Serra da Bodoquena	21°38'18,16"S e 56°21'55,77"W	20°05'1,07"S e 56°55'40,32"W

Fonte: Rodrigues e Silva (2021).

Com os perfis delineados, inseriu-se a grade dos Modelos Numérico de Terreno (MNT), com os dados altimétricos do SRTM/30m, no banco de dados e, a partir do cruzamento do Plano de Informação (PI) vetorial do Transecto com o MNT realizou-se a extração do perfil topográfico, aplicando-se as ferramentas de tratamento da grade MNT disponível no menu do SPRING, seguindo o seguinte caminho: ferramenta MNT > Perfil... > Opção de Entrada: Grade > Trajetória: PI > Seleção do PI do Transecto > Executar. Assim, obteve-se um perfil topográfico, que foi salvo como imagem no Formato BITMAP (Figura 2).

Figura 2 - Procedimento de Extração do Perfil Topográfico no SPRING/INPE.



Organização: Rodrigues e Silva (2021).

Inseriu-se, também no BDG, os mapas vetoriais para os temas de geologia, geomorfologia, solos, vegetação original, localidades (inclui assentamentos, rede de drenagem, terras indígenas e unidades de conservação) e clima. Cada mapa foi convertido para o formato matricial, com resolução espacial de 30 m x 30 m. Os mapas de Uso e Cobertura da Terra (1985 e 2019) foram inseridos já no formato matricial, com a mesma resolução espacial (30 m x 30 m). O mapa de altimetria foi obtido a partir do fatiamento da Grande MNT do modelo SRTM/30 m.

Para o prosseguimento da metodologia foi elaborado, para cada PI de transecto de perfil um *buffer* (mapa de distâncias) com distância de 50 metros. Estabeleceu-se a distância de 50 metros como adequada aos objetivos do trabalho, após alguns testes, que demonstraram maior facilidade e precisão de extração de informação. Esta

operação foi realizada no SPRING através da ferramenta: Temático > Mapa de Distâncias > Entrada: Mapa Vetorial > Seleção: Elemento > Entidade: Linha.

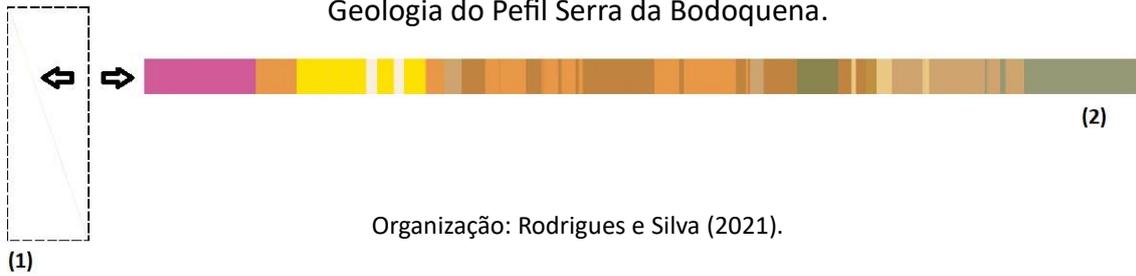
Com todos os mapas temáticos inseridos no BDG e com o mapa de distâncias preparado, realizou-se a extração das “Fitas de Perfil”, que correspondem ao recorte dos mapas temáticos matriciais a fim de indicar as características dos perfis. Assim, foi realizado o recorte de cada mapa temático (geologia, altimetria, geomorfologia, solos, vegetação original, uso e cobertura da terra [1985 e 2019], localidades e clima), utilizando-se o PI do mapa de distâncias (50 m) como máscara para efetivar o recorte dos mapas temáticos em formato matricial. Esses recortes (fitas de perfil) apresentavam aspecto similar ao observado na Figura 3 (extremamente fino e inclinado, o que dificulta a visualização das classes e a inserção no *layout* do perfil geocológico) e foram exportadas em formato TIFF/GeoTIFF.

Para modificar o aspecto visual original das fitas de perfil, a próxima etapa consistiu na edição das mesmas utilizando o PHOTOSCAPE X para recortar, alinhar, e redimensionar as imagens extraídas do BDG. A intenção nesta etapa foi transformar as fitas de perfil, tornando as cores de cada classe temática mais visíveis por meio de sucessivas transformações da imagem utilizando o Menu Editor, ferramenta: Editar > Girar (nesta etapa deve-se optar por NÃO selecionar a opção > Manter Tamanho Original, visando garantir que não haja distorção da fita de perfil).

Após girar a imagem, é realizado o recorte da mesma, utilizando a ferramenta Editar > Cortar. Aqui, realizou-se um recorte simples, recorte retangular. Posteriormente, a fita de perfil passou pela ferramenta Editar > Redimensionar, em que removeu-se a proporcionalidade, e aumentou-se o valor de pixels do eixo Altura (px), para valores próximos aos da Largura (px).

Por último, repetiu-se o mesmo processo na imagem, em rodadas sucessivas de GIRAR > RECORTAR > REDIMENSIONAR, obtendo-se uma fita com o aspecto apresentado na Figura 3. O mesmo procedimento é realizado em todas as fitas de perfil, incluindo a fita de perfil de altimetria, que, apesar de não aparecer diretamente no resultado final, será utilizada para validação das demais fitas.

Figura 3 - Aspecto Inicial e Final da Fita de Perfil Tratada no PhotoScape X: tema Geologia do Perfil Serra da Bodoquena.



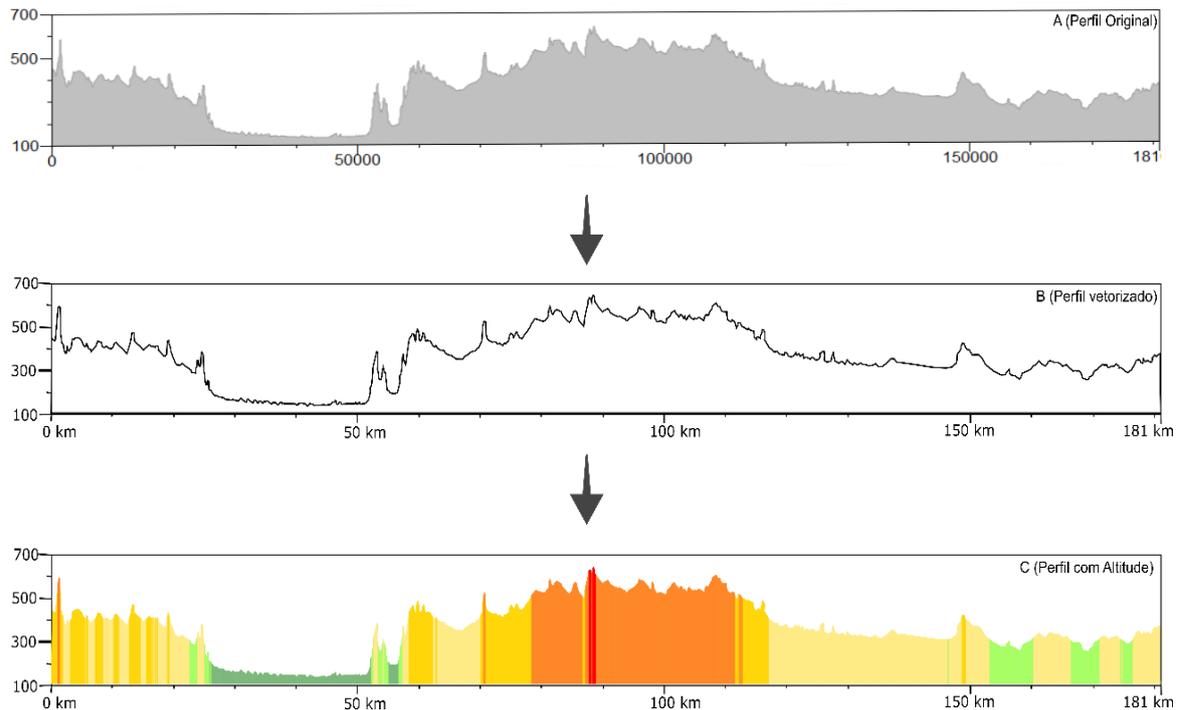
Em alguns casos, no resultado final (Figura 3), as cores precisaram ser retocadas utilizando a ferramenta “Pintar”, com a função seletor de cores, para garantir a homogeneidade do aspecto final de cada classe da fita de perfil.

Na última etapa de elaboração dos perfis, foi criado um projeto *software* Inkscape, no qual inseriu-se o perfil topográfico exportado do SPRING, que foi vetorizado utilizando a ferramenta *Caneta Bezier*. Após a vetorização foi realizado um procedimento visando validar as fitas de perfil editadas no *PhotoScape*, através do cruzamento do mapa de altimetria e o perfil topográfico.

O procedimento de validação foi realizado a partir da sobreposição do perfil vetorizado à fita de perfil de altimetria distorcida verticalmente (a fim de preencher todo o polígono do perfil topográfico vetorizado, conforme Figura 4). Nesse processo, utiliza-se a ferramenta CLIP, do menu Objeto > Clip > Aplicar do Inkscape. No momento de seleção dos elementos a serem recortados, selecionou-se o primeira, pressionou-se a tecla “*Shift*” do teclado e selecionar a segunda figura, que estavam posicionadas uma sobre a outra. Neste procedimento, a fita de perfil e o perfil topográfico vetorizado possuíam o mesmo comprimento (apenas) e a fita de perfil de altimetria encontrava-se verticalmente distorcida para uma altura maior que a altura do perfil topográfico, para que pudesse preencher completamente o polígono do perfil topográfico vetorizado após o recorte.

A partir da análise visual do perfil resultante, observou-se que as características da fita de altimetria e os dados do perfil topográfico encontravam-se em concordância, sendo considerado que não houveram distorções horizontais nas fitas de perfil editadas no *PhotoScape X* com a aplicação do método escolhido. Assim, as demais fitas, elaboradas conforme o mesmo processo, foram consideradas também corretas, o que foi avaliado também analisando os mapas do Banco de Dados do SPRING.

Figura 4 - Validação: comparação entre a fita de perfil de altimetria e o perfil topográfico.



Organização: Rodrigues e Silva (2021).

Posteriormente, foi importada a fita de perfil de geomorfologia, editada no PhotoScape X, que foi posicionada horizontalmente para possuir o comprimento exato do perfil topográfico vetorizado. A fita de geomorfologia foi sobreposta e recortada pelo perfil (ferramenta CLIP), exatamente o mesmo procedimento realizado durante a validação com a fita de altimetria.

Com o perfil vetorizado, validado e interpolado com a fita de geomorfologia, foram inseridas as demais fitas de perfil (geologia, solos, vegetação original, uso e cobertura da terra (1985, 2019), localidades [assentamentos, rede de drenagem, terras indígenas e unidades de conservação] e clima). As fitas foram distribuídas verticalmente no espaço da página a fim de obter-se espaço para a legenda, título, informações de localização, fontes de dados e elaboração.

Elaborou-se, depois, a legenda utilizando-se a ferramenta Retângulo – Crie ou Edite retângulos, e a ferramenta quadrados (R), presentes no Inkscape. As cores da legenda basearam-se na legenda de cada tema do Banco de Dados Geográficos do SPRING.

Paralelamente a estes procedimentos, foi montado um Banco de Dados no QGIS, no qual elaborou-se os mapas de localização dos perfis geocológicos para inserção no layout final. Esses mapas de localização foram inseridos em formato JPG, no projeto do Inkscape. Por último, ainda no Inkscape, foram indicadas as localidades: assentamentos, rede de drenagem, terras indígenas e unidades de conservação por meio de simbologias (Quadro 2).

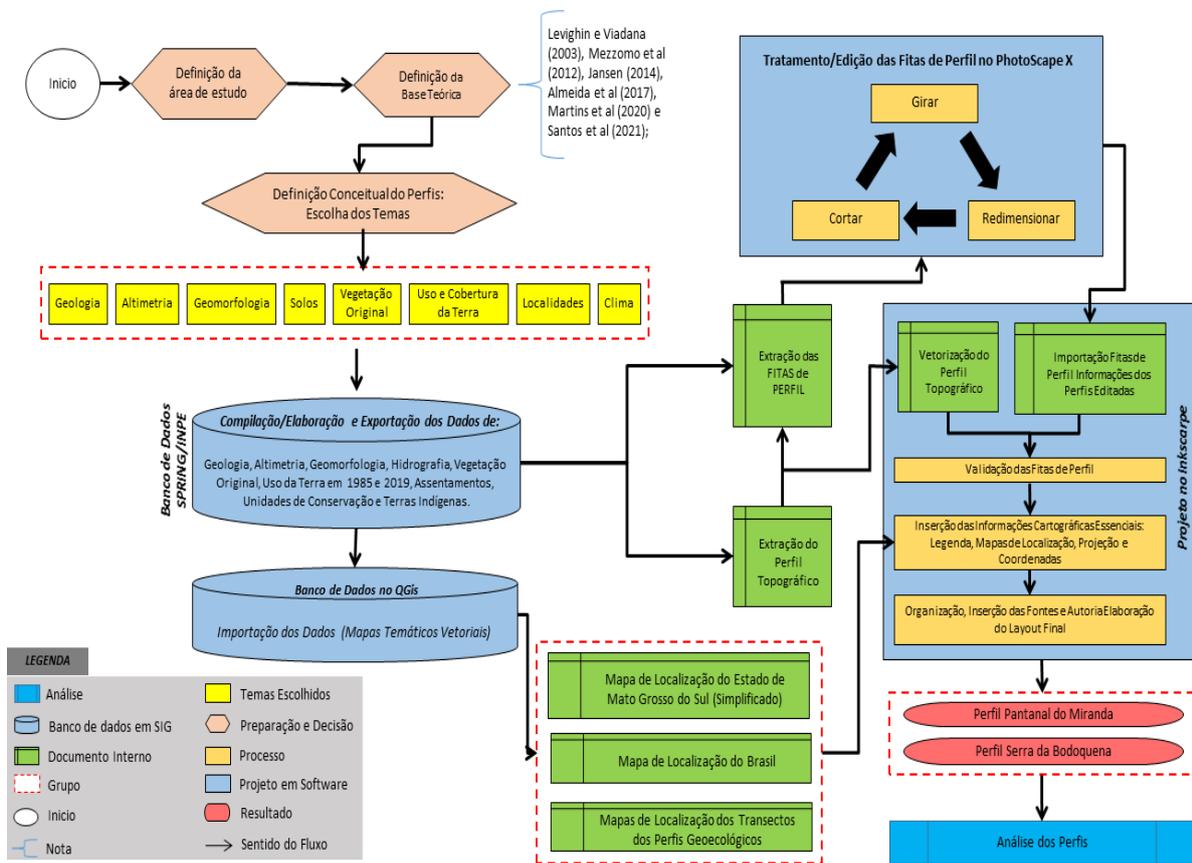
Quadro 2 - Simbologia para Representação das Localidades.

Localidades	Tipo de Simbologia	Símbolo
Assentamentos	Linear: variável de acordo com a abrangência do Assentamento	
Rede de drenagem	Pontual: rios que intersectam o perfil	
Terras indígenas	Linear: variável de acordo com a abrangência Terra Indígena	
Unidades de conservação	Linear: variável de acordo com a abrangência da Unidade de Conservação	

Organização: Rodrigues e Silva (2021).

A figura a seguir (Figura 5) apresenta de forma esquemática o roteiro teórico-metodológico para elaboração dos perfis geocológicos:

Figura 5 - Roteiro teórico metodológico para elaboração dos perfis geocológicos.



Organização: Rodrigues e Silva (2021).

O roteiro teórico-metodológico apresentado demonstra grande maleabilidade, podendo ser adaptado de diversas formas, desde os softwares de SIG utilizados, até os softwares gráficos, modificando-se ainda sua estrutura e inserindo outros elementos de interesse para a pesquisa, que auxiliem na leitura e interpretação da paisagem em estudo.

RESULTADOS

A partir da metodologia descrita foram obtidos os perfis geocológicos denominados Serra da Bodoquena (Figura 6) e Pantanal do Miranda (Figura 7), representando os aspectos de geologia, geomorfologia, altimetria, solos, vegetação original, uso e cobertura da terra de 1985 e 2019, localidades e clima. A escolha dos transectos foi baseada em sua vulnerabilidade ambiental e as peculiaridades ligadas às suas características geoambientais, e as transformações no uso e cobertura da terra observadas no período entre 1985 e 2019, ligadas à dinâmica da produção agrícola e a dinâmica da paisagem pantaneira, com suas inundações sazonais.

O Perfil Serra da Bodoquena corresponde a um perfil de 181 km (Figura 6), traçando uma linha sobre os municípios de Jardim, Bonito, Bodoquena e Miranda, em Mato Grosso do Sul, no qual indica-se a presença de três assentamentos do INCRA: Assentamento Sumatra, Assentamento Campina e Assentamento Serra Alegre; e uma Unidade de Conservação: Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Cabeceira do Prata.

A paisagem em análise apresenta cotas altimétricas entre 128 e 632 m, sob região de depressões e serras: Depressão do Miranda, Depressão Setentrional da Bodoquena, Depressão do Rio da Prata, e Serra da Bodoquena, que apresenta feições cársticas (em áreas de rochas calcáreas das Formação Bocaína e Cerradinho). A vegetação original corresponde às regiões de Cerrado (Savana) na Serra da Bodoquena, e nas depressões periféricas; ocorrem áreas de tensão ecológica nos contatos entre as diferentes formas de relevo; e Floresta Estacional Semi-decidual (sobre Argissolo Vermelho) e Floresta Estacional Decidual (sobre Chernossolos) na seção noroeste do perfil, na Serra da Bodoquena, sobre litologias do Complexo Rio Apa, caracterizada como uma região de transição climática.

Quanto à dinâmica espaço-temporal, observa-se que a principal transformação no uso e cobertura da terra entre 1985 e 2019 foi a expansão das áreas de cultivos de soja (em áreas de altitude de 400 a 600 m na Serra da Bodoquena; e entre 200 e 400 m, na Depressão do Miranda e Depressão do Rio da Prata), sobrepondo-se principalmente às áreas de pastagens, que contraíram-se no período em análise, especialmente sobre argissolos (na Serra da Bodoquena) e gleissolos (na Depressão do Rio da Prata).

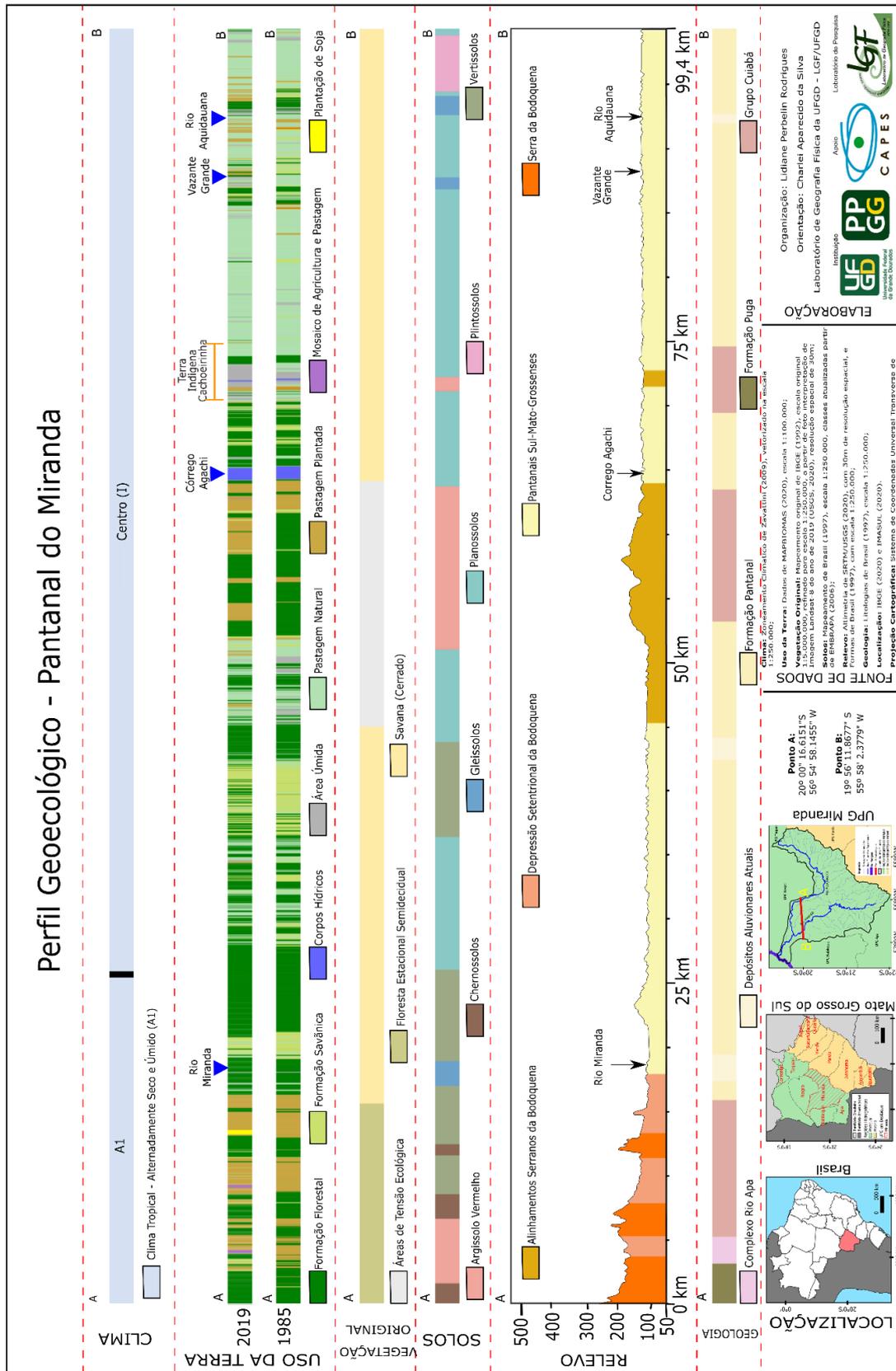
O segundo perfil elaborado foi denominado Perfil Geoecológico - Pantanal do Miranda (Figura 7), localizado na porção noroeste da UPG Miranda, e no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Miranda. Trata-se de um transecto com comprimento de 99,4 km, que abrange os municípios de Aquidauana (leste) e Miranda (oeste). Nesta região, destaca-se uma dinâmica de inundações sazonais e uma esparsa ocupação antrópica, assinalado apenas pela presença da Terra Indígena Cachoeirinha, declarada à etnia Terena.

Abrangendo regiões do Pantanal e também da Serra da Bodoquena, o perfil apresenta altitudes variando entre 99 e 268 m, com ocorrência de depressões (Depressão Setentrional da Bodoquena e Alinhamentos Serranos da Bodoquena), serras (Serra da Bodoquena) e planícies (pantanais sul-mato-grosenses), que dividem o perfil em três setores básicos, com características fisiográficas que permitem identificar unidades de paisagem de nível hierárquico superiores, destacando estas características do relevo.

As tipologias observadas na caracterização da vegetação original correspondem à vegetação de cerrado, tensões ecológicas e vegetação de floresta semi-decidual. A Savana (Cerrado) é observada na Planície Pantaneira enquanto as áreas de tensão ecológica estão presentes nos alinhamentos serranos da Bodoquena. A floresta estacional semi-decidual é encontrada sobre a Depressão Setentrional e a Serra da Bodoquena, sobre Argissolo Vermelho, Chernossolos e Vertissolos.

Na depressão Setentrional da Bodoquena, ocorrem Argissolos e Planossolos, e na Planície Pantaneira, destacam-se os Planossolos, Plintossolos, Gleissolos e Vertissolos, típicos de áreas com alta umidade. O clima em todo o transecto é o Tropical Alternadamente Seco e Úmido (A1) e na região leste do perfil, destaca-se ainda a subdivisão (I) CENTRO, característica da região pantaneira.

Figura 7 - Perfil geológico – Pantanal do Miranda.



Fonte: Rodrigues e Silva (2021).

A dinâmica do uso e cobertura da terra entre 1985 e 2019 mostrou maior estabilidade em relação ao observado no Perfil Geoecológico - Serra da Bodoquena. Nesse transecto da região pantaneira, observou-se a pequena inserção de culturas agrícolas, especialmente a soja, na serra e depressão da Bodoquena, e pastagens plantadas nos alinhamentos serranos da Bodoquena e planície pantaneira, que, contudo, apresentou transformações também ligadas à ampliação de áreas de pastagens naturais, formações campestres e áreas úmidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os perfis geoecológicos elaborados para a Serra da Bodoquena e Pantanal do Miranda permitiram observar as diferenças físico-geográficas entre essas diferentes regiões da UPG Miranda, e identificar unidades de paisagem, demonstrando suas características, o que facilita o processo de análise e interpretação da estrutura e dinâmica da paisagem.

Dessa forma, entende-se que o perfil geoecológico é uma importante ferramenta de pesquisa, ensino e aprendizagem, atual, maleável, e rica em possibilidades para os estudos da paisagem. Sua elaboração pode ser realizada a partir da utilização de softwares gratuitos como o Spring, Qgis, PhotoScape e Inkscape, dependendo dos objetivos e habilidades do pesquisador em lidar com estes *softwares*, ou com adaptações da metodologia para *softwares* de que se domine a aplicação.

A proposta apresentada pode ser vista como uma guia para a elaboração dos perfis, recebendo os mais diversos tipos de modificações, como, por exemplo, a inserção de fotografias obtidas em campo. Neste trabalho, a opção por não inserção de fotografias foi devido ao período pandêmico, que dificultou a realização de trabalhos de campo, mas ressalta-se que, na posse de fotografias da área de estudo, as mesmas podem ser inseridas no projeto e enriquecer ainda mais o resultado final.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Elson Pereira de; RIBEIRO, Melry Carla Alves; VIDAL, Maria Rita. O uso do perfil geoecológico da aldeia indígena Kyikatêjê como proposta no ensino de geografia física. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, Campinas, v. 1, p. 3495-3503, 2017. Disponível em: <http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1997>. Acesso em: 23 fev. 2021.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Ra'ega**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Disponível em: <http://goo.gl/I2oaUW>. Acesso em: 15 dez. 2015.

CÂMARA, Gilberto; SOUZA, Ricardo Cartaxo Modesto; FREITAS, Ubirajara Moura; GARRIDO, Juan. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, v. 15, n. 6, jul/1996.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso do Sul**. CPRM, 2006. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/10217/2/mapa_ms.pdf. Acesso em: 22 abr. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados de Informações Ambientais**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas Digitais**. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/en/estrutura/natjur-estrutura/81-mapas/mapas-bases-e-referencias/bases-cartograficas/325-malhas-digitais.html>. Acesso em: 5 maio 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Vegetação do Brasil**. IBGE, 2004. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf. Acesso em: 22 abr. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Vegetação do Brasil**. IBGE, 1992. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/10872-vegetacao.html>. Acesso em: 30 out. 2020.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **SISLA: Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental**. Disponível em: <https://goo.gl/aboE4B>. Acesso em: 14 abr. 2020.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Sistema Instituto de Colonização e Reforma Agrária**. Disponível em: <https://www.gov.br/incra>. Acesso em: 10 jan. 2019.

INKSCAPE. Desenhe livremente. 1.0.2. The Inkscape Project, 2021. Disponível em: <https://inkscape.org/release/inkscape-1.0.2/>.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA**. Disponível em: <https://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 11 abr. 2020.

JANSEN, Débora Campos. Perfil Geoecológico da Área de Proteção Ambiental (APA) do Morro da Pedreira e do Parque Nacional (PARNA) da Serra do Cipó/MG. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 24, n. 41, 2014, pp. 67-76. Disponível em <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/6054>. Acesso em: 23 fev. 2021.

LEVIGHIN, Susimara Cristina; VIADANA, Adler Guilherme. Perfis Geo-ecológicos como técnica para os estudos das condições ambientais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 14/15, n. 26, p. 5-14, 2003. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedade-natureza/article/view/28563>. Acesso em: 23 fev. 2021.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. Disponível em: <http://plataforma.mapbiomas.org/>. Acesso em: 14 out. 2019.

MARTINS, Patrícia Cristina Statella; BOIN, Marcos Norberto; MEDEIROS, Rafael Brugnolli; SILVA, Charlei Aparecido da. A compatibilização de dados em áreas transfronteiriças: o caso do Pantanal na Fronteira Brasil/MS e Bolívia. **Boletim Geográfico**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 140-153. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/44389>. Acesso em: 23 fev. 2021.

MATO GROSSO DO SUL. **Atlas Multirreferencial**. Campo Grande-MS: SEPLANCT/MS, 1990.

MEDEIROS, Rafael Brugnolli. **Zoneamento ambiental para o sistema cárstico da bacia hidrográfica do Rio Formoso, Mato Grosso do Sul**. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2635>. Acesso em: 30 maio 2020.

MEZZOMO, Maristela Moresco; SANTOS, Bruna Picoli dos; CARNEIRO, Maísa Gomes. Caracterização física da RPPN COAMO II (Campo Mourão - PR) por meio de perfil geocológico. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 6, p. 728 - 738, nov. 2012. Disponível em: <https://www.institutobrasilrural.org.br/download/20200207101329.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2021.

PHOTOSCAPE X. For Mac and Windows 10. Fun and easy photo editor. 4.1.1. MOOII TECH., 2021. Disponível em: <http://x.photoscape.org/>.

QGIS. Madeira. 3.4.13. OSGeo - Open Source Geospatial Foundation, 2021. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt>.

SANTOS, Darcy José dos; RUCHKYS, Úrsula; TRAVASSOS, Luiz Eduardo Panisset. Perfil Geocológico do Parque Nacional da Serra do Gandarela, Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 33, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/57012>. Acesso em: 23 fev. 2021.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo-SP: Oficina de textos, 2004.

SEMAC. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: Editora UEMS, 2010. 194 p. Disponível em: imasul.ms.gov.br/plano-estadual-de-recursos-hidricos-de-ms/. Acesso em: 25 jul. 2019.

SEMADE. Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico. **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Miranda**. Campo Grande-MS: IMASUL, 2015. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/plano-de-recursos-hidricos-rio-miranda/>. Acesso em: 25 jul. 2019.

SOARES, Nathália Karoline de Carvalho; LIMA, Bruno de Souza; MEDEIROS, Rafael Brugnolli; SILVA, Charlei Aparecido da. Cartografias e representações da paisagem *In*: SILVA, Maria do Socorro Ferreira da; FERRETTI, Márcia Eliane Silva Carvalho Orlando (Orgs.). **Paisagens em Movimento: Conceitos, Temas e as Múltiplas Linguagens na Educação Geográfica**. Santa Catarina: Edições do Bosque, 2022, cap. 12, p. 229-256.

SPRING. Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas. 5.3. INPE, 2021. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php>.

USGS. United States Geological Survey. **EarthExplorer**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 11 abr. 2020.

ZACHARIAS, Andréa Aparecida. **A representação gráfica das Unidades de Paisagem no zoneamento ambiental**: um estudo de caso no município de Ourinhos-SP. 2006. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104436>. Acesso em: 18 fev. 2020.

ZAVATTINI, João Afonso. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul**: estudo geográfico com vista à regionalização climática. São Paulo-SP: Editora UNESP, 2009. 212 p. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/qx8r5/pdf/zavattini-9788579830020.pdf>. Acesso em: 11 maio 2018.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Grande Dourados, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG-UFGD), à Fundação de Apoio a Ciência, Pesquisa e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (Fundect), ao Laboratório de Geografia Física (LGF-UFGD) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de Bolsa de Estudos de Doutorado.

O segundo autor agradece ao CNPq pela concessão da bolsa produtividade em pesquisa, interstício 2023-2025 - Chamada CNPQ Nº09 / 2022 - Processo: 305530/2022-4.

Capítulo 08

MODELAGEM PREDITIVA DO USO E COBERTURA DA TERRA: PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES

“A construção de modelos capazes de simular cenários futuros de uso e cobertura da terra tem se revelado nos últimos anos como um poderoso tópico de tendência em estudos de sensoriamento remoto.”

Vitor Matheus Bacani

MODELAGEM PREDITIVA DO USO E COBERTURA DA TERRA: PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES

VITOR MATHEUS BACANI

INTRODUÇÃO

As intervenções antrópicas em paisagens naturais imprimem marcas que podem ser identificadas e caracterizadas por meio do mapeamento das mudanças no uso da terra e cobertura vegetal. Documentos cartográficos dessa natureza são o ponto de partida para a identificação de registros que refletem evidências de transformações paisagísticas (desflorestamento, expansão agrícola/da malha urbana, processos erosivos, inundações, desertificação, etc.), servindo de apoio a estudos que analisam a fragilidade/vulnerabilidade ambiental, estudos de impacto ambiental, planejamento e gestão urbana/dos recursos hídricos/ambiental, zoneamentos, serviços ecossistêmicos, dentre outros. O registro dessas mudanças no espaço e no tempo deixa “pistas” que podem favorecer a simulação de cenários futuros. Na perspectiva do planejamento, a modelagem preditiva possibilita a previsão de diferentes cenários futuros, o que contribui efetivamente para tomadas de decisão.

A construção de modelos capazes de simular cenários futuros de uso e cobertura da terra tem se revelado nos últimos anos como um poderoso tópico de tendência em estudos de sensoriamento remoto. Os recentes avanços computacionais, tais como a computação em nuvem, *big data*, aprendizado profundo de máquina/redes neurais artificiais, dentre outros, combinados ao desenvolvimento de novos sistemas sensores com resoluções (espacial, espectral, radiométrica e temporal) cada vez mais avançadas, têm contribuído para as construções de modelos preditivos progressivamente mais robustos e assertivos.

Em estudos dessa natureza, é salutar respondermos algumas perguntas iniciais antes de iniciarmos de fato uma investigação científica sobre determinado tema:

1. O que é modelagem no contexto da Geografia?
2. O que significa modelagem preditiva de uso e cobertura da terra?
3. Quais são os principais caminhos metodológicos a serem trilhados?
4. Quais as principais aplicações atuais da modelagem dinâmica de UCT?

Inicialmente, é importante destacar que a modelagem se configura basicamente como o processo de produção de um modelo, cuja apropriação do termo na Geografia nos remete à representação do funcionamento de algum sistema específico capaz de explicar as relações sociedade-natureza. Nesse aspecto, o modelo deve ser capaz de se aproximar ao máximo da dinâmica de funcionamento da realidade, incorporando seus principais aspectos e características. Segundo Bossel (2018), um modelo deve ser capaz de simular comportamentos e fornecer pistas sobre as ações necessárias para evitar desenvolvimentos inadmissíveis ou mesmo perigosos. O produto em que estamos interessados é, portanto, uma descrição substituta confiável que pode ajudar a entender um sistema real e seu comportamento esperado. Nesse sentido, a representação de fenômenos que envolvem processos dinâmicos espaço-temporais se qualifica como alvo da modelagem dinâmica, destacando-se as mudanças no uso e cobertura da terra (UCT). Desse modo, a modelagem dinâmica é capaz de transpor o desafio de representações estáticas bidimensionais em Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), pois seu principal objetivo é realizar a simulação numérica de processos dependentes do tempo (PEDROSA; CÂMARA, 2002). Um modelo espacial dinâmico pode ser definido como uma “representação matemática de um processo do mundo real em que uma localização na superfície terrestre muda em resposta às mudanças conduzidas por forças direcionadoras.” (BURROUGH, 1998).

No contexto da modelagem dinâmica, a modelagem preditiva do UCT pode ser compreendida como a representação dinâmica das mudanças espaço-temporais ocorridas na superfície da terra, incluindo simulações de tendências futuras em diferentes cenários. As mudanças no UCT têm sido identificadas como as principais forças motrizes das mudanças ambientais locais, regionais e globais, constituindo-se um importante elemento na avaliação dos efeitos antropogênicos sobre o meio ambiente (REN *et al.*, 2019; VERBURG *et al.*, 2015).

A modelagem ambiental dinâmica das mudanças no UCT abre ampla perspectiva no campo das aplicações em estudos socioeconômicos e ambientais, pois possibilita tanto a compreensão do processo histórico de mudanças relacionadas ao uso e cobertura da terra quanto prover cenários futuros por meio de simulações, tornando-se uma poderosa ferramenta de planejamento e gestão ambiental (ALMEIDA, 2003; ANDRADE; RIBEIRO; LIMA, 2016; BACANI *et al.*, 2016; BOZKAYA *et al.*, 2015; CUNHA *et al.*, 2021; LEITE-FILHO *et al.*, 2021; LI *et al.*, 2021; LIU *et al.*, 2022; SILVA; BACANI, 2018; SOARES-FILHO, 1998; VICK; BACANI, 2019).

Atualmente, há uma ampla gama de modelos de mudança de uso da terra disponíveis, classificados segundo Ren *et al.* (2019) em aprendizado de máquina e métodos estatísticos, modelos celulares, modelos econômicos baseados em setor, e especialmente desagregados, modelos baseados em agentes e abordagens híbridas. Não se pretende apresentar uma exaustiva revisão sobre os diferentes caminhos metodológicos/modelos disponíveis para a modelagem de UCT. Nesse aspecto, importantes considerações são discutidas em MAS *et al.* (2014), VERBURG *et al.* (2019) e Ren *et al.* (2019).

Contudo, no contexto da modelagem dinâmica de mudanças de UCT, os achados recentes na literatura evidenciam acentuado destaque na utilização de modelos híbridos que combinam conhecimento estocástico probabilístico via Cadeias de Markov, inteligência artificial, análise multicritério ou regressão logística na calibração do modelo, e autômatos celulares para possibilitar adequada representação espacial (CUNHA *et al.*, 2021; FLOREANO; MORAES, 2021; KHWARAHM, 2021; LETA; DEMISSIE; TRÄNCKNER, 2021; MORSHED *et al.*, 2021; MOTLAGH *et al.*, 2020; MUNTHALI *et al.*, 2020; NASIRI *et al.*, 2019; RIMAL *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2021; WANG; MADUAKO, 2018; VERBURG *et al.*, 2019). Desse modo, a implementação da abordagem CA-Markov em Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), se revela como uma das abordagens para modelagem dinâmica do UCT mais confiáveis, robustas e eficazes para a previsão de cenários futuros decadais ou de longo prazo, incluindo sistemas complexos (MUNTHALI *et al.*, 2020).

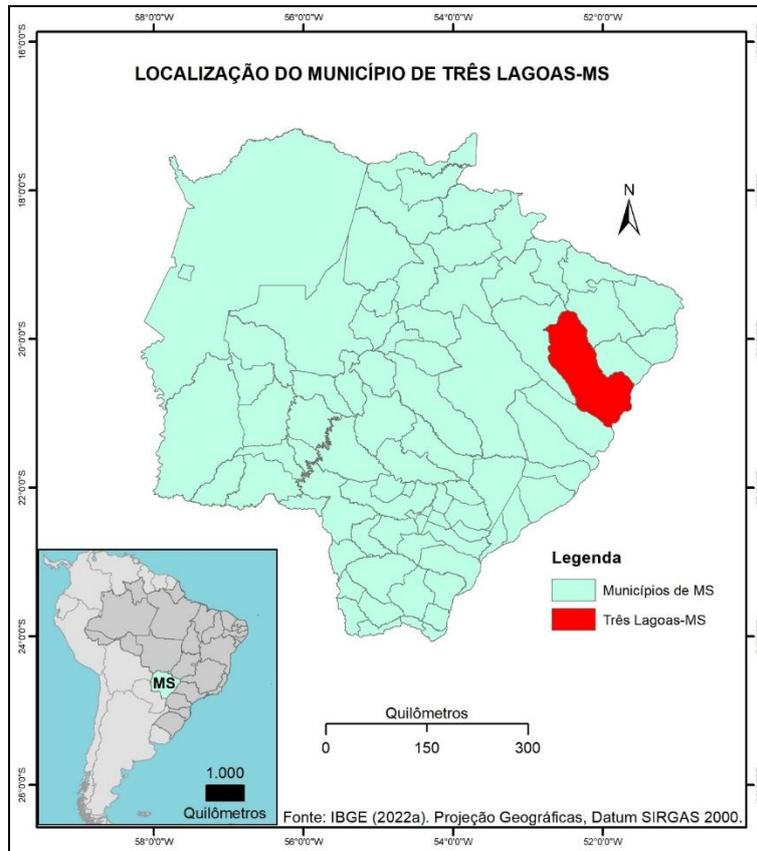
A modelagem de UCT apresenta aplicações diversas envolvendo estudos urbanos, econômicos, sociais, ecológicos, do meio físico, dentre outros. Assim, é importante ressaltar que, nos últimos anos, a modelagem dinâmica de uso e cobertura da terra parece caminhar numa direção contrária ao endogenismo de aplicação, ou seja, com objetivo único de prever mudanças no uso e cobertura da terra, passando para modelos que integram cenários futuros de UCT a outras variáveis/modelos para responder a perguntas maiores, tais como: qual a taxa de perda de solo no futuro (MAURYA *et al.*, 2021)? Qual o valor dos serviços ecossistêmicos para diferentes cenários futuros (LI *et al.*, 2021; MORSHED *et al.*, 2021)? Verificar se as transições de uso da terra podem levar a uma possível gentrificação em áreas urbanas, sob influência de variáveis relacionadas à acessibilidade – como rede de transporte público, equipamentos de educação e saúde e disponibilidade de emprego (SILVA; GIANNOTTI; ALMEIDA, 2020)? Como avaliar e prever cenários futuros de sequestro de carbono (BABBAR *et al.*, 2021)? Assim, os avanços computacionais recentes que envolvem computação em nuvem com *big data*, tais como *Google Earth Engine* (GORELICK *et al.*, 2017), *Google Colab* (BISONG, 2019), *geemap* (WU, 2020) podem contribuir para avanços ainda mais importantes na agilidade, melhoria na qualidade e “democratização” desses modelos para que de fato possam ser adotados e implementados por gestores e tomadores de decisão.

Desse modo, a partir de uma breve discussão sobre modelagem dinâmica, pretende-se apresentar um exemplo de aplicação, com enfoque no caráter prático, considerando software e dados disponibilizados gratuitamente. Destarte, o objetivo geral deste trabalho é apresentar os procedimentos envolvidos na modelagem preditiva de uso e cobertura da terra no município de Três Lagoas-MS, utilizando Cadeias de Markov e Regressão Logística.

METODOLOGIA

O sítio de estudo é o município de Três Lagoas, que possui área de 10.217,071 km², situado no leste do estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1).

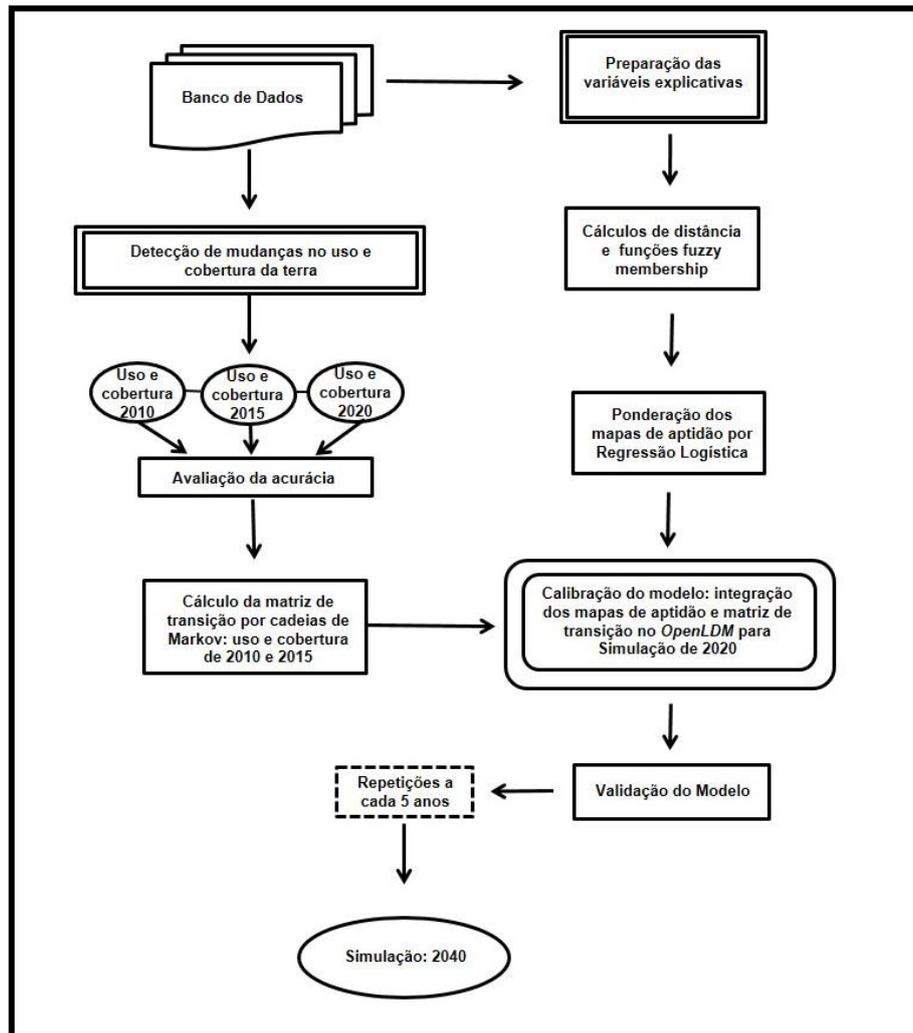
Figura 1 - Localização da área de estudo.



Fonte: autor.

A Figura 2 mostra uma representação esquemática do fluxograma metodológico adotado para gerar o modelo preditivo de Regressão Logística-Cadeias de Markov (RL-CM) para avaliar as mudanças no uso e cobertura da terra do município de Três Lagoas. Ele representa uma sequência esquemática típica de modelos preditivos que normalmente envolvem cinco etapas principais: (a) mapeamento das mudanças no uso e cobertura da terra ocorridas do passado até o presente; (b) cálculo da matriz de probabilidade de transição entre as classes para o período avaliado; (c) identificação da distribuição espacial de variáveis explicativas por meio da Regressão Logística (ou outra técnica estatística - paramétrica ou não paramétrica); (d) validação do modelo; e (e) simulação de cenários futuros. A combinação da probabilidade de transição e mapas de uso e cobertura da terra foram introduzidas pelo modelo RL-CM para prever as mudanças futuras no uso e cobertura da terra do município para o ano de 2040.

Figura 2 - Fluxograma metodológico adotado na modelagem preditiva RL-CM.

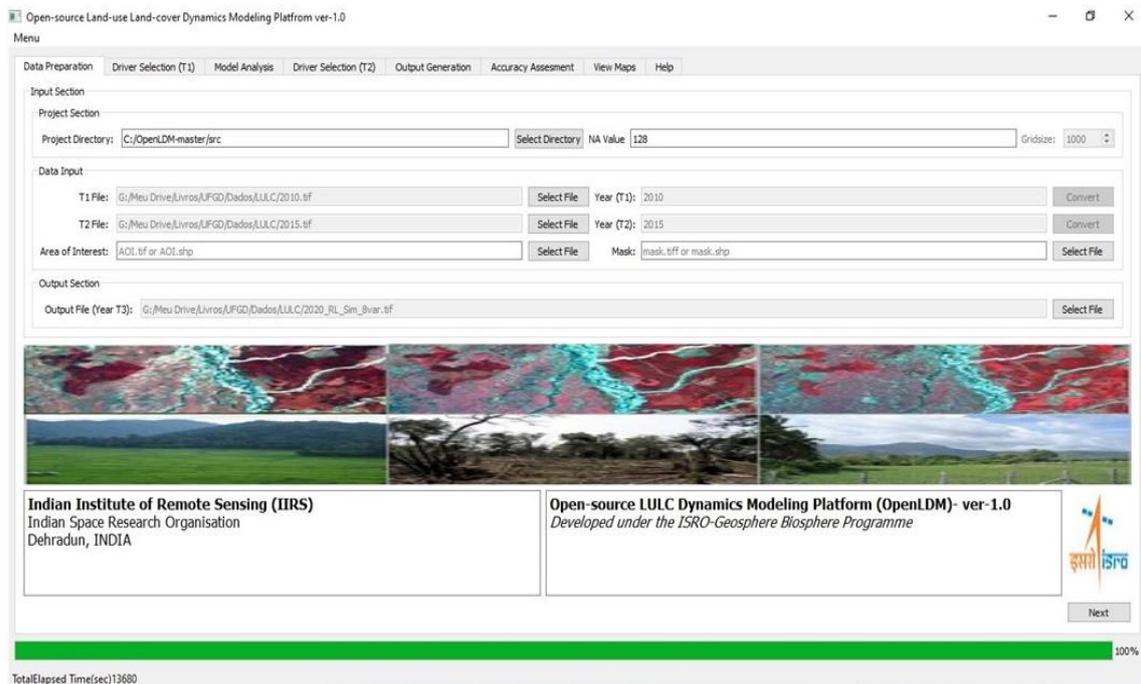


Fonte: autor.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A modelagem preditiva de uso e cobertura da terra no município de Três Lagoas-MS utilizando Cadeias de Markov e Regressão Logística teve desenvolvimento central das etapas realizadas no software livre OpenLDM - *Open-source Land-use and Land-cover Dynamics Modeling platform* (Figura 3), (JHA et al., 2022).

Figura 3 - Layout do OpenLDM - *Open-source Land-use and Land-cover Dynamics Modeling platform*.



Fonte: autor.

O primeiro passo realizado foi o mapeamento das mudanças no uso e cobertura da terra ocorridas dos anos de 2010, 2015, e 2020. Para isso, partiu-se do mapeamento gerado pelo Projeto MapBiomias (MAPBIOMAS, 2022), com acesso via *toolkit lulc*²⁰ no *Google Earth Engine* (Gorelick *et al.*, 2017). As classes foram editadas a partir da expertise e conhecimento da área por fotointerpretação da mediana de reflectância de superfície de imagens dos sensores TM e OLI dos satélites Landsat 5 e 8, respectivamente, correspondentes aos anos mapeados. Após as edições, os mapas foram validados estatisticamente a partir de um conjunto de amostras de verdade terrestre para análise da exatidão global e índice Kappa. Neste estudo, adotou-se 517 pontos amostrais distribuídos por amostragem aleatória estratificada, considerando-se o tamanho das áreas ocupadas pelas classes: 1 - Formação Florestal e Savânica, 2 - Silvicultura, 3 - Área úmida, 4 - Pastagem, 5 - Área Construída e 6 - Corpos d'água.

²⁰ O *toolkit LULC* do MapBiomias é uma ferramenta desenvolvida para mapear e monitorar o uso e a cobertura da terra em todo o território brasileiro. Está disponível para uso no GEE (*Google Earth Engine*) como um conjunto de algoritmos que permite acessar dados históricos e atualizados sobre o uso e cobertura da terra em diferentes regiões do Brasil, além de gerar mapas, gráficos e análises que fornecem informações valiosas para a tomada de decisões em áreas como conservação ambiental, planejamento urbano e agrícola, entre outras.

O segundo passo consistiu na aplicação do cálculo da matriz markoviana de probabilidade de transição para todas as classes entre os anos de 2010 e 2015. Segundo Adhikari e Southworth, (2012), as cadeias de Markov correspondem a um modelo estocástico de simulação dinâmica, cuja saída é baseada na probabilidade de transição, P_{ij} , entre duas classes de uso da terra (i e j). Entre os diferentes tipos de uso e cobertura da terra mapeados, a probabilidade de transição P_{ij} seria a probabilidade de que uma classe de cobertura da terra (pixels) i no tempo t_0 mude para o tipo de cobertura da terra j no tempo t_1 como segue:

$$\sum_{j=1}^m P_{ij} = 1 \quad i = 1, 2 \dots m. \text{ (Equação 1)}$$

As estimativas de transições de probabilidade são baseadas na análise de elementos de transição (pixels) durante um intervalo de tempo específico. A representação de probabilidades é demonstrada na matriz expressa na Equação 2.

$$(V_1 \times P_{ij}) = (V_1, V_2, V_3 \dots V_n) \times \begin{pmatrix} P_{11}, & P_{12}, & P_{13} \dots & P_{1m} \\ P_{21}, & P_{22}, & P_{23} \dots & P_{2m} \\ P_{m1}, & P_{m2}, & \dots & P_{mn} \end{pmatrix} \text{ (Equação 2)}$$

Onde,

$V_i \times P_{ij}$ = é a proporção de cobertura da terra para a segunda data,

P_{ij} = é a matriz de probabilidade de transição de cobertura da terra,

V_i = é a proporção de cobertura da terra para a primeira data (vetor),

i = é o tipo de cobertura da terra na primeira data,

j = é o tipo de cobertura da terra na segunda data,

P_{11} = é a probabilidade de que a cobertura da terra 1 na primeira data se transforme em cobertura da terra 1 na segunda data,

P_{12} = é a probabilidade de que a cobertura da terra 1 na primeira data mude para cobertura da terra 2 na segunda data e assim por diante, e

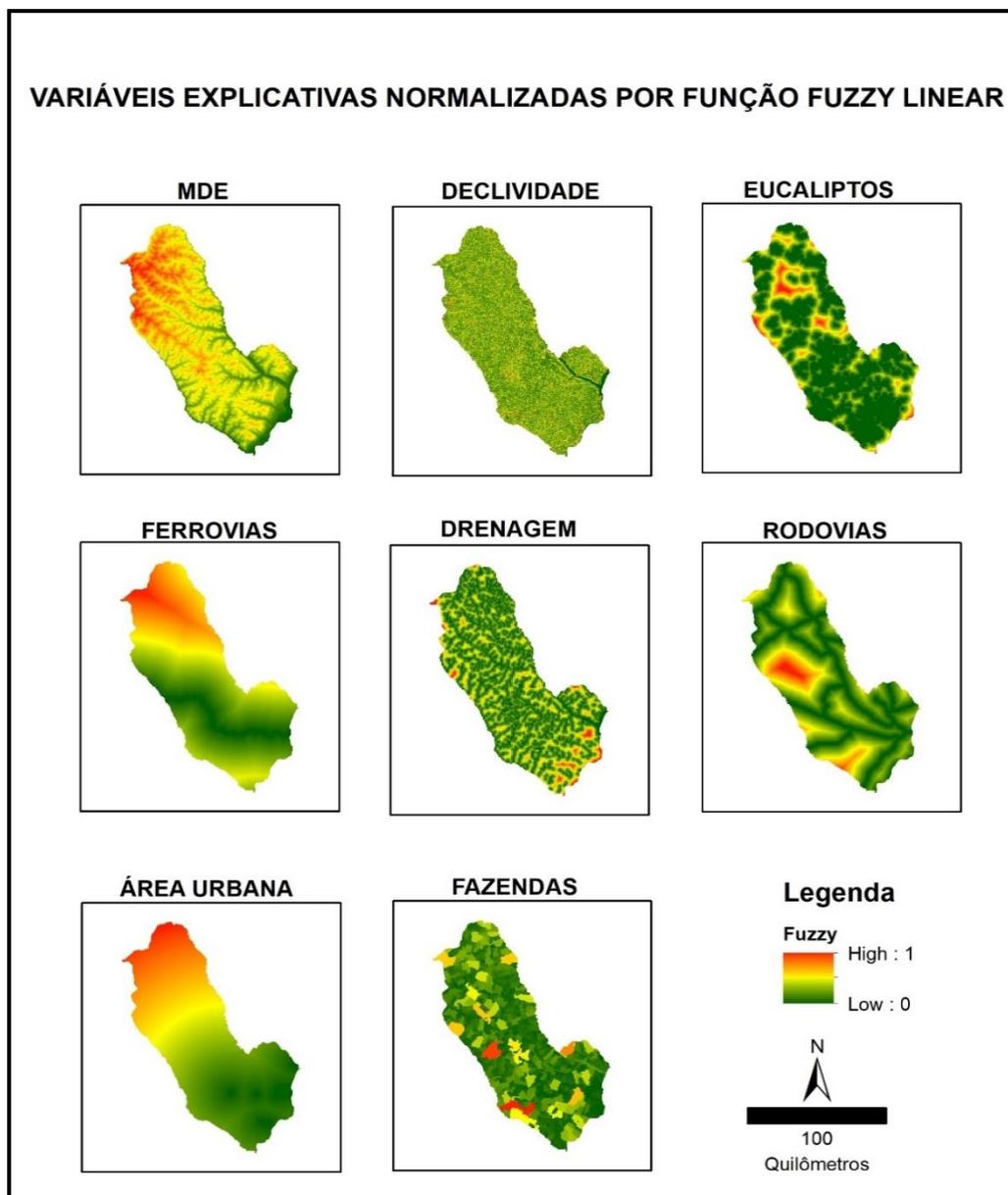
m = é o número de tipos de cobertura do solo na área de estudo.

Embora os resultados produzidos pela matriz numérica permitam a previsão do futuro da cobertura do solo no tempo t_2 , esta etapa é limitada porque não indica onde a mudança da cobertura do solo pode ocorrer, desse modo, foi necessário elaborar mapas de adequação na próxima etapa.

O terceiro passo consistiu na calibração do modelo, que passou pela avaliação de prováveis variáveis explicativas no modelo por meio de técnicas de análise espacial (reclassificação, distância euclidiana e fuzzyficação) e regressão logística.

As variáveis que melhor representaram as transições para o período analisado foram: 1 -Modelo Digital de Elevação (SRTM); 2 – Declividade; 3 – Eucaliptos; 4 – Ferrovias; 5 - Drenagem, 6 -Rodovias; 7 - Área Urbana; e 8 – Tamanho das propriedades rurais (Fazendas) (Figura 4). Após cada ajuste realizado nas variáveis explicativas, aplicou-se testes estatísticos de validação, descritos no próximo passo.

Figura 4 - Variáveis explicativas utilizadas para calibrar o modelo preditivo.



Fonte: autor.

No quarto passo realizou-se a validação estatística do modelo para certificação da etapa de calibração. Desse modo, os mapas de 2010 e 2015 foram utilizados para simular o ano de 2020. Após a predição, que foi realizada considerando as tendências de mudanças ocorridas no passado, o mapa do ano de 2020 (simulado) foi comparado com o mapa de 2020 (real). Nessa etapa, buscou-se os maiores valores de concordância a partir da análise das variáveis explicativas. Segundo Araya e Cabral (2010), um modelo possui forte capacidade preditiva com valores acima de 80%, contudo é possível a utilização de valores menores quando se aumenta o número de classes modeladas (MONDAL *et al.*, 2016; PALMATE *et al.*, 2017; CUNHA *et al.*, 2021).

No quinto passo foi realizada a simulação de cenário futuro. A combinação de probabilidade de transição e mapas de uso e cobertura da terra foi desenvolvida pelo modelo RL-CM para prever as mudanças futuras no uso e cobertura da terra do município, para o ano de 2040. Pelo fato do intervalo inicial simulado ser de cinco anos (2010-2015 para 2020), foi necessário realizar simulações a cada cinco anos, partindo-se de 2020, totalizando 4 repetições (2025, 2030, 2035, e 2040).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a avaliação da acurácia do mapeamento do uso e cobertura da terra do MapBiomias após os procedimentos de edição. Os resultados de exatidão global foram superiores a 91% para todos os anos mapeados, que segundo Anderson *et al.* (1976) pode ser considerado adequado, pois o nível mínimo de precisão de interpretação na identificação de categorias de uso e cobertura da terra, a partir de dados de sensoriamento remoto, deve ser de pelo menos 85%. Os valores do coeficiente Kappa se mantiveram acima dos 85%, o que sugere qualidade adequada ao mapeamento realizado (CARLETTA, 1996), e permitiu o avanço para a etapa seguinte de modelagem.

Tabela 1 - Avaliação da acurácia do mapeamento do uso e cobertura da terra para os anos de 2010, 2015 e 2020.

2010		2015		2020	
Exatidão Global	Índice Kappa	Exatidão Global	Índice Kappa	Exatidão Global	Índice Kappa
92,6121	0,8550	91,8161	0,8587	91,0386	0,8544

Fonte: autor.

A Figura 5 apresenta as mudanças ocorridas no município de Três Lagoas-MS ao longo dos anos de 2010, 2015 e 2020, por meio de mapas que serviram de apoio para a modelagem de cenário futuro. A Tabela 2 representa a quantificação de área por classe das mudanças ocorridas ao longo deste período.

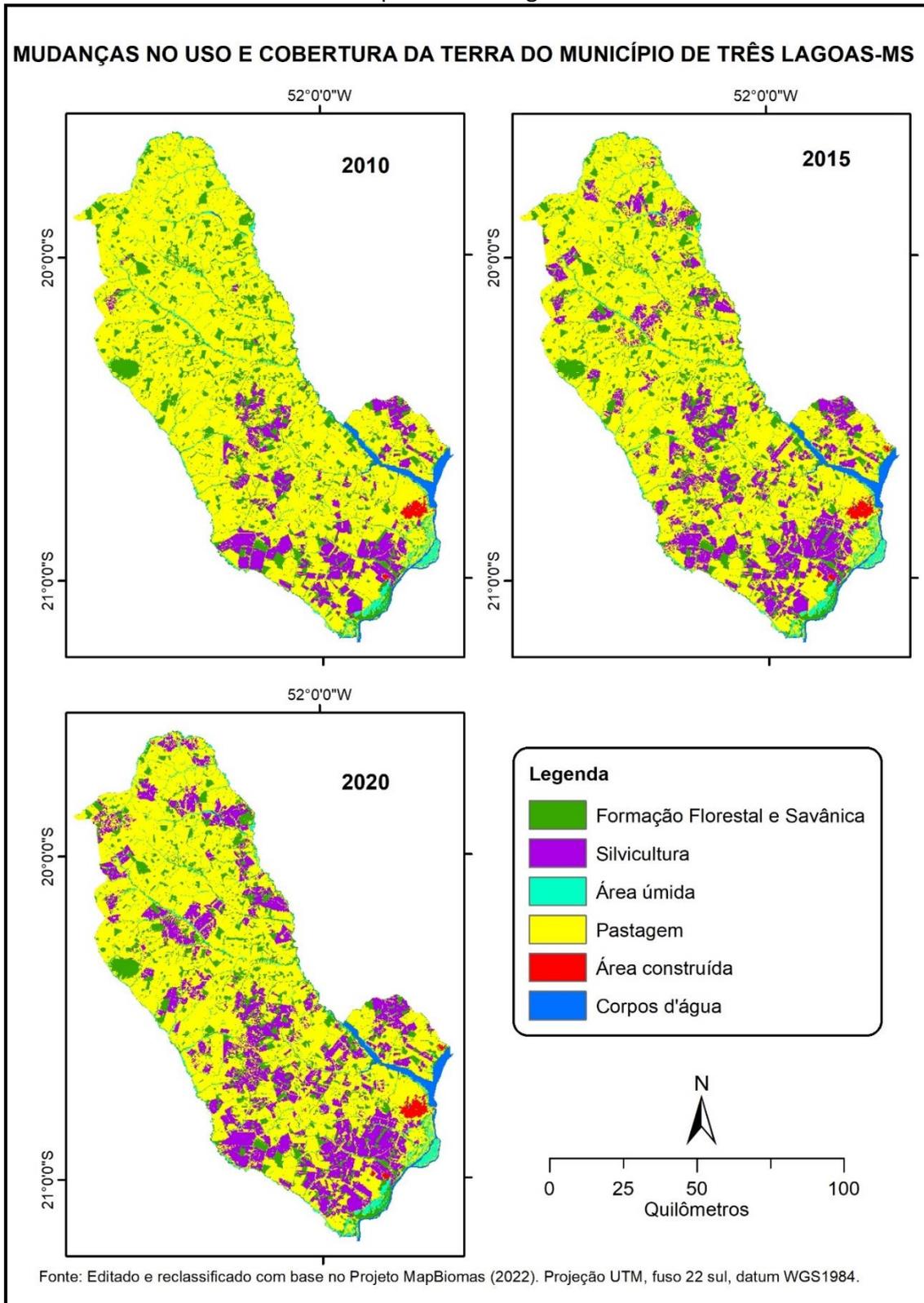
Tabela 2 - Quantificação da área ocupada por classe de uso e cobertura da terra no município de Três Lagoas.

Classe	Área 2010		Área 2015		Área 2020		Δ Área (2020-2010)	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Formação Florestal e Savânica	1.524,38	18,58	1.495,94	18,23	1.437,69	14,08	-86,69	-0,85
Silvicultura Área úmida	861,27	10,49	1535,38	18,71	2.082,58	20,39	1.221,31	11,96
Pastagem	7.242,62	88,12	6597,44	80,41	6.110,88	59,84	-1.131,74	-11,08
Área construída	42,06	0,51	50,38	0,61	54,62	0,53	12,56	0,12
Corpos d'água	188,69	2,30	185,81	2,26	183,62	1,80	-5,07	-0,05
Total	10.211,64	100	10.211,64	100	10.211,64	100	-	-

Fonte: Adaptado do projeto MapBiomass, 2022.

Os resultados revelaram que a principal força motriz das mudanças ocorridas no uso da terra e cobertura vegetal ao longo do período de 2010 a 2020 foi o avanço da silvicultura (11,96%) sobre as áreas de pastagem (11,08%). A silvicultura de eucalipto expandiu expressivamente a quantidade de área ocupada, passando de 861,27 km² em 2010 para 2.082,58 km² em 2020. As mudanças detectadas nas demais classes indicaram transformações no uso e cobertura da terra menores, ocorrendo em torno de aproximadamente 1% da área do município. Desse modo, foi possível constatar que as principais mudanças recentes ocorridas na paisagem do município foram marcadas pela atuação das indústrias locais de papel e celulose, o que corrobora os avanços na quantidade de madeira em tora produzida no município, que segundo o IBGE (2022b), em 2010 era de 1.938.487 m³, e, em 2020, saltou para 4.143.385 m³.

Figura 5 - Mapeamento das mudanças no uso da terra e cobertura vegetal no município de Três Lagoas-MS.

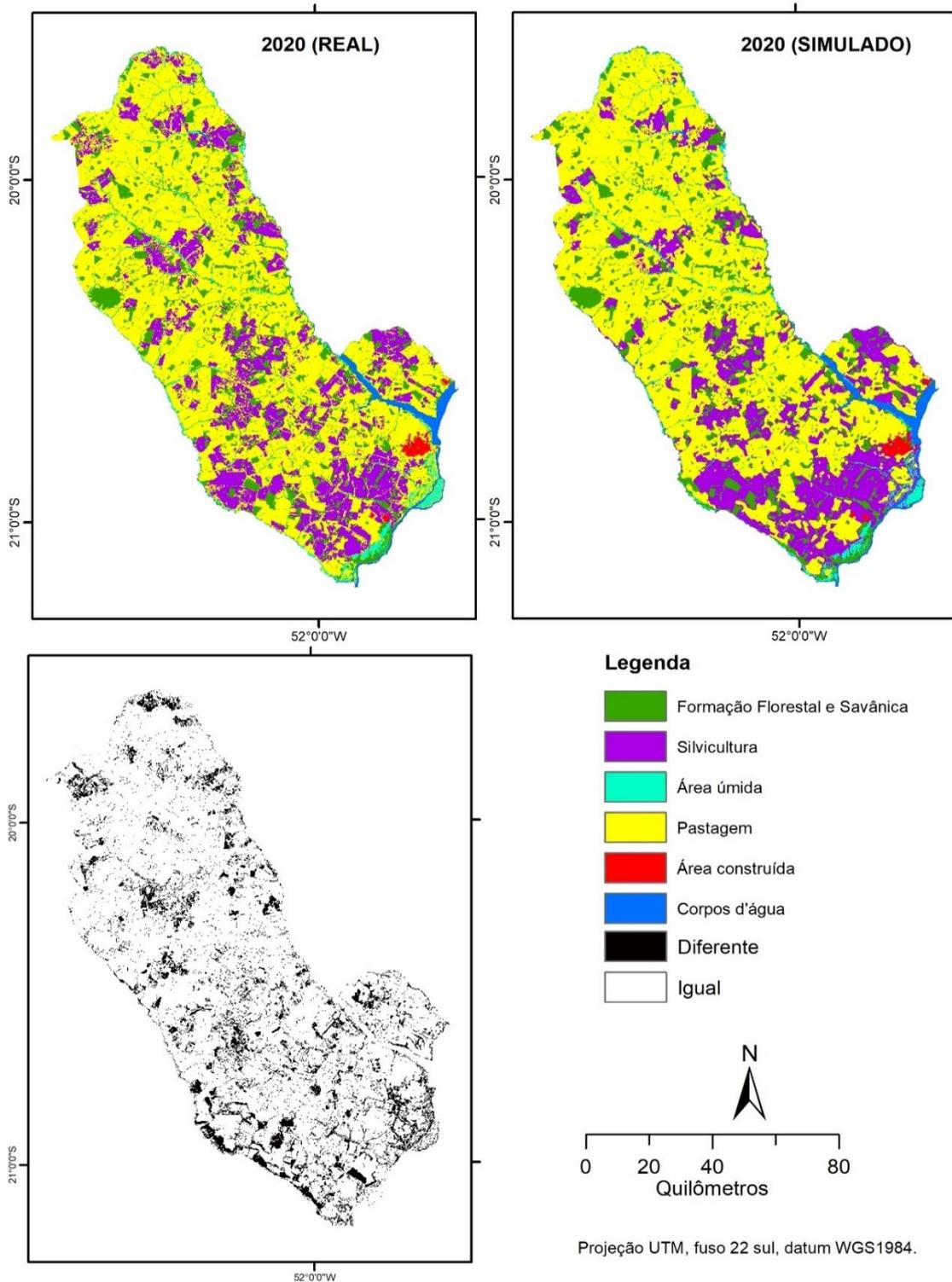


Fonte: autor.

As diferenças entre o mapeamento real e o simulado para o ano de 2020 são apresentadas na Figura 6.

Figura 6 – Representação espacial das diferenças entre o mapeamento real e o simulado para o ano de 2020.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DIFERENÇA ENTRE O MAPA E REAL E O SIMULADO



Fonte: autor.

Os resultados da interpretação visual do modelo mostram grande semelhança entre o mapa simulado para o ano de 2020 e o mapa de referência de 2020, revelando que os erros estão distribuídos espacialmente de forma relativamente homogênea. De fato, esses resultados foram confirmados pela estatística Kappa (K-padrão: 0,7591, K-histo: 0,9869, e K-location: 0,7692) e exatidão global de 86%, mostrando um substancial nível de concordância estatística, sobretudo por se tratar da simulação de seis classes. Em geral, assume-se que quando um modelo atinge 80% de concordância, ele está apto a realizar simulações de cenários futuros. Valores similares foram obtidos por Cunha *et al.* (2021), confirmando o bom desempenho e precisão do modelo, sobretudo se por se tratar de um modelo paramétrico de simulação. Ressalta-se que uma limitação considerável deste modelo se refere à não inclusão de variáveis econômicas ao considerar o cenário futuro, que podem inclusive passar por rupturas abruptas. Desse modo, trata-se de simulação de tendência fundamentada em observações ocorridas no passado, pressupondo-se tendência de continuidade dos negócios. Outro fator relevante a ser considerado no erro do modelo apresentado, refere-se à qualidade da acurácia do mapeamento de uso e cobertura da terra. É importante ter claro que, quanto menor a acurácia do mapeamento, maior a probabilidade de erro nas simulações, e, igualmente, maior será a dificuldade na calibração do modelo. Assim, é de fundamental importância se ater a esse fator, sob pena de inviabilizar o desenvolvimento adequado das etapas seguintes.

O padrão e a tendência de mudanças nas seis classes de uso e cobertura da terra simuladas para o ano de 2040 são apresentados na Figura 7, em comparação com o mapa de uso e cobertura da terra de 2020. Esses mapas demonstram a continuidade da tendência observada. É possível notar que a tendência de expansão do eucalipto se concentra predominantemente nas proximidades da área urbana da sede do município, fato este explicado pela maior proximidade com as principais indústrias de papel e celulose. Assim, constata-se que a proximidade espacial das áreas de produção com as áreas de plantio é um fator considerado pelas indústrias como uma das estratégias de expansão das áreas de eucalipto, muito provavelmente relacionado à redução de custos logísticos.

É importante salientar que as mudanças previstas para o futuro foram inicialmente calculadas com base nas Cadeias de Markov, cujas matrizes de probabilidade de transição são apresentadas na Tabela 3. As matrizes de probabilidade de transição de 2010 a 2015, e 2015 a 2020, para cada classe de uso e cobertura, demonstram a probabilidade de que cada categoria de uso e cobertura da terra mude para outras categorias, onde cada elemento na diagonal representa as probabilidades de autosubstituição, ou seja, as classes que permanecem inalteradas, diferentemente dos elementos de fora da diagonal, lidos horizontalmente, mostrando as probabilidades de transição de uma classe para outra. Os resultados apresentaram uma tendência de substituição significativa da pastagem pela silvicultura de eucalipto.

Tabela 3 - Matriz da probabilidade de transição calculada pelo princípio das Cadeias de Markov.

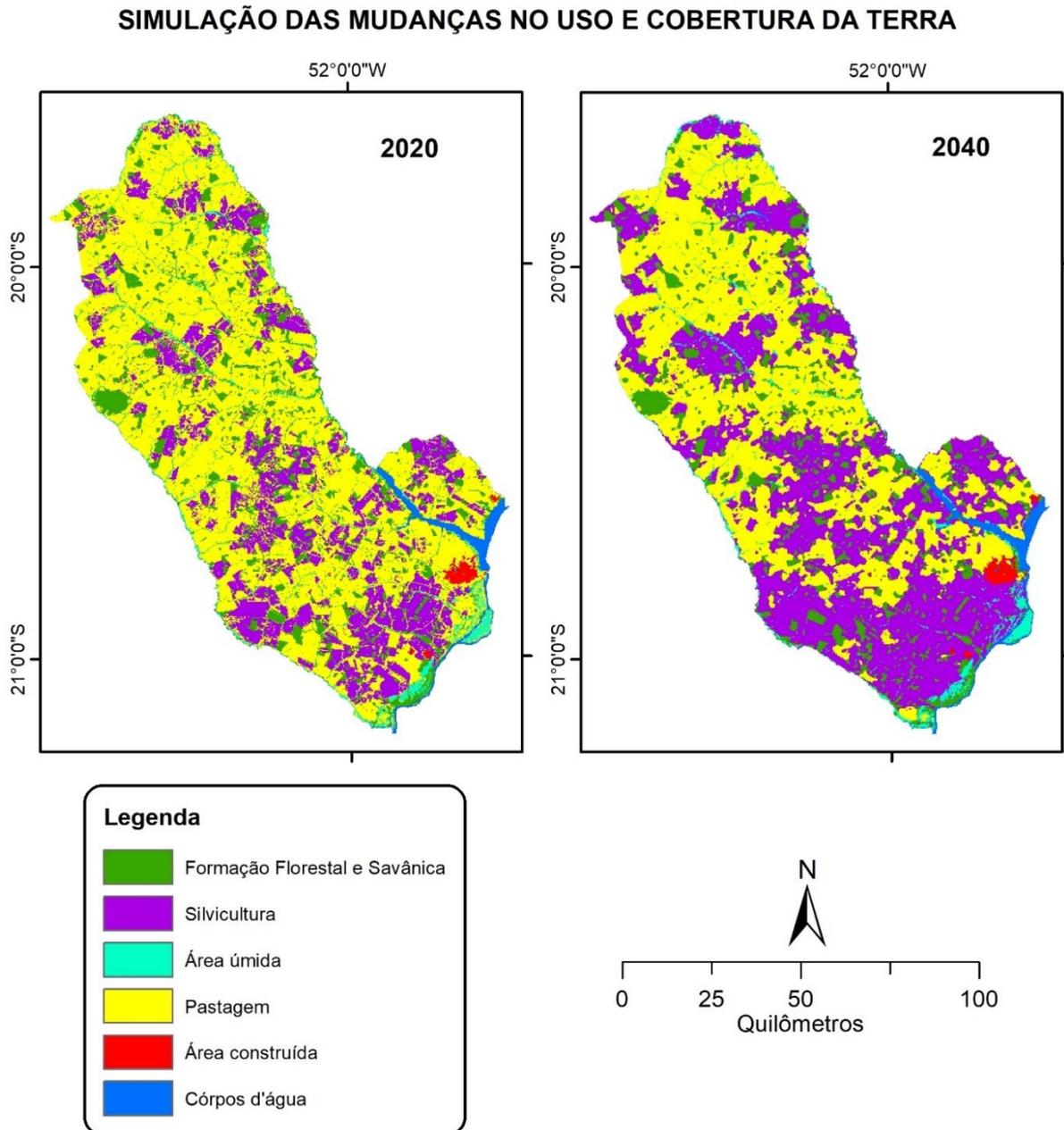
Período/ Classe	Probabilidade de mudar para					
	Formação Florestal e Savânica	Silvicultura	Área úmida	Pastagem	Área construída	Corpos d'água
2010-2015						
Formação Florestal e Savânica	0,913496	0,019414	0,002406	0,064562	0,000041	0,000082
Silvicultura	0,008643	0,955770	0,000000	0,035369	0,000218	0,000000
Área úmida	0,017497	0,000000	0,940969	0,040650	0,000000	0,000884
Pastagem	0,011311	0,094443	0,001175	0,891870	0,001132	0,000069
Área construída	0,000000	0,000000	0,000000	0,002972	0,997028	0,000000
Corpos d'água	0,003294	0,000000	0,009223	0,013175	0,000000	0,974308
2015-2020						
Formação Florestal e Savânica	0,918112	0,012409	0,002465	0,066973	0,000000	0,000042
Silvicultura	0,000163	0,995237	0,000000	0,004233	0,000366	0,000000
Área úmida	0,015504	0,000361	0,946818	0,036596	0,000000	0,000721
Pastagem	0,008839	0,081215	0,001393	0,907919	0,000568	0,000066
Área construída	0,000000	0,000000	0,000000	0,001241	0,998759	0,000000
Corpos d'água	0,001682	0,000000	0,006054	0,008073	0,000000	0,984191

Fonte: autor.

A tendência de mudanças nas classes de uso e cobertura da terra no município de Três Lagoas, ao longo do período de 2010 a 2040 pode ser verificada na Figura 8. As classes que apresentaram tendência de redução foram, respectivamente: Pastagem (~28%), Formação Florestal e Savânica (~2,61%), Área úmida (~0,17%), e Corpos d'água

(~0,02%). Por outro lado, as classes que apresentaram tendência de expansão de área foram, respectivamente: Silvicultura (~30%), e Área construída (~0,32%).

Figura 7 - Simulação das mudanças no uso e cobertura da terra do município de Três Lagoas para o ano de 2040.

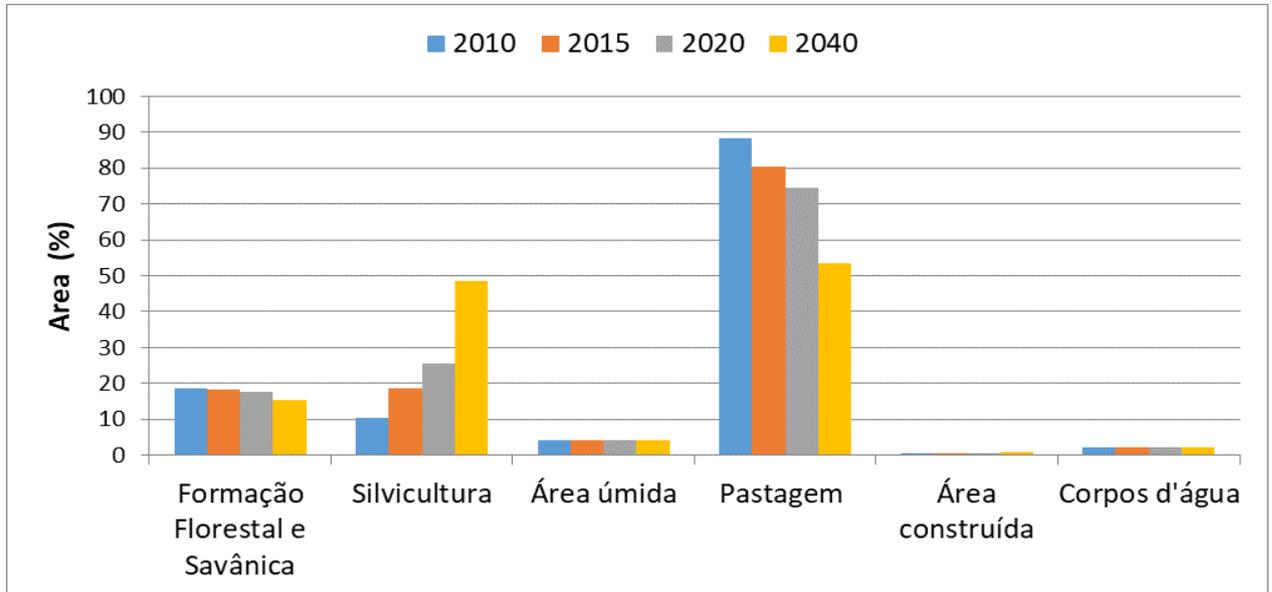


Fonte: 2020, editado e reclassificado com base no Projeto MapBiomias (2022). Projeção UTM, fuso 22 sul, datum WGS1984.

Ao longo de todo período analisado (2010 – 2040), evidencia-se que as principais mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra do município de Três Lagoas estão concentradas na substituição de pastagens pela silvicultura de eucalipto, indicando em

valores absolutos, expansão de aproximadamente 3.110 km². Em contrapartida, verifica-se uma tendência de redução de aproximadamente 2.857 km² de pastagens.

Figura 8 - Tendência passada e futura de mudanças para cada classe de uso e cobertura da terra do município de Três Lagoas entre 2010 e 2040.



Fonte: autor.

As áreas ocupadas por Formação Florestal e Savânica indicam redução para o período (2010-2040) de aproximadamente 266 km². É salutar destacar aqui que as principais mudanças estão relacionadas à substituição pelas pastagens, sobretudo no passado, e que a tendência sugere paulatinamente, redução anual para o futuro. Isto se deve ao fato de que as pastagens perderam espaço nos últimos anos para o plantio de eucalipto, além da tendência de expansão observada na simulação para o futuro. Esse pode ser considerado um efeito positivo da expansão do eucalipto no município, uma vez que a expansão da silvicultura não tende a avançar sobre florestas nativas, pois as empresas estão preocupadas com a certificação do processo produtivo, que exige evitar o desmatamento de florestas naturais para a expansão de suas atividades. As empresas instaladas na região adotam práticas sustentáveis de manejo florestal, seguindo os preceitos do Código Florestal e demais legislações brasileiras, assim como os compromissos públicos de adesão aos Princípios e Critérios do Forest Stewardship Council® (FSC®) e do Programa Brasileiro de Certificação Florestal (Cerflor). De acordo com os indicadores e relatórios dessas empresas, não há realização de qualquer tipo de supressão de mata nativa para sua produção e a expansão de cultivo ocorre sempre em

áreas que já sofreram interferência humana. Além disso, as empresas não permitem incêndios e adotam práticas sustentáveis de manejo florestal por meio das florestas plantadas, com o propósito de reduzir os impactos em mudanças climáticas e remover o CO₂ da atmosfera (SUZANO, 2022; ELDORADO BRASIL, 2022).

Na sequência, destacam-se as áreas construídas, representadas de modo especial pela sede do município, com aproximadamente 32 km², ou seja, partindo de cerca de 42 km² em 2010 para aproximadamente 74 km² em 2040. Tal fato é reflexo do avanço da industrialização em Três Lagoas, especialmente representado pelas indústrias de papel e celulose (MENDONÇA *et al.*, 2020). A população de Três Lagoas passou de 101.791 habitantes em 2010 para 123.281 habitantes estimados em 2020 (IBGE, 2022c).

As áreas úmidas apresentam tendência de redução de cerca de 17 km², enquanto os corpos d'água sofrem redução de aproximadamente 2 km². Embora em menor quantidade, a tendência de redução dessas áreas acende um alerta para a importância da preservação desses ecossistemas, que prestam serviços essenciais para o meio ambiente e a sociedade (RESENDE *et al.*, 2019; VALENTE *et al.*, 2021).

Do ponto de vista do modelo gerado, é importante ressaltar que, para simular o futuro, considerou-se a tendência dos negócios atuais (*business-as-usual*), ou seja, não se considerou nenhuma política de uso da terra específica para o período em questão que pudesse influenciar nas mudanças. De acordo com Jha *et al.* (2022), o software Open LDM pode realizar simulações de modelos de maior complexidade de tendência futura, envolvendo, por exemplo, políticas que favorecem cenários conservacionistas de uso e cobertura da terra. É importante salientar, ainda, que este software também possibilita a realização de simulações de cenários futuros por meio de algoritmos baseados em aprendizado de máquina, no caso o Random Forest (método não-paramétrico).

Embora seja possível realizar simulações de cenários futuros de uso e cobertura da terra em vários softwares, a grande maioria se concentra no âmbito comercial. Dessa forma, o OpenLDM (JHA *et al.*, 2022), se destaca por ser uma plataforma gratuita que, embora escrito em Python, possui interface interativa mesmo para modeladores iniciantes. Na plataforma, é possível, ainda, avaliar a acurácia do modelo e visualizar o mapa final simulado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modelagem dinâmica das mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra do município de Três Lagoas foi desenvolvida de forma satisfatória por meio das Cadeias de Markov e Regressão Logística no software livre e gratuito OpenLDM - *Open-source Land-use and Land-cover Dynamics Modeling platform*. Esta aplicação pode ser realizada tanto por modeladores iniciantes quanto por aqueles com conhecimentos avançados, pois possibilita a combinação com diferentes modelos matemáticos, considerações sobre diferentes políticas de gestão territorial de cenários futuros, além de contribuir para avanços significativos no campo de modelagem preditiva de mudanças no uso e cobertura da terra, sobretudo por geógrafos e pesquisadores de áreas afins.

A utilização dos dados revisados do Projeto MapBiomas apresentou resultados satisfatórios para a modelagem dinâmica do município de Três Lagoas. No entanto é altamente recomendável uma classificação específica para a localidade de estudo, sobretudo quando se trabalha em escala de maior detalhe. É relevante destacar que o sucesso da modelagem preditiva depende, de modo especial, da acurácia do mapeamento das mudanças do uso e cobertura da terra, da expertise do modelador, e do conhecimento sobre a área de estudo, para definição adequada das melhores variáveis explicativas.

A simulação do cenário futuro para o município de Três Lagoas, considerando a tendência atual dos negócios até 2040, prevê a expansão da silvicultura de eucalipto sobre parte das áreas atualmente ocupadas por pastagens, principalmente na região sul do município. Além disso, é esperada uma expansão da área urbana, bem como uma leve redução das florestas nativas, áreas úmidas e corpos hídricos. Os resultados deste modelo podem contribuir para a melhor gestão e planejamento das políticas públicas e privadas no município, bem como servir de suporte para outros modelos, tais como de avaliação de serviços ecossistêmicos.

REFERÊNCIAS

ADHIKARI, Sanchayeeta; SOUTHWORTH, Jane. Simulating forest cover changes of Bannerghatta National Park based on a CA-Markov model: a remote sensing approach. *Remote Sensing*, v. 4, n. 10, p. 3215-3243, 2012.

ALMEIDA, C. M. de. **Modelagem da dinâmica espacial como uma ferramenta auxiliar ao planejamento**: simulação de mudanças de uso da terra em áreas urbanas para as cidades de Bauru e Piracicaba (SP), Brasil. São José dos Campos: INPE, 2003.

ANDERSON, J. R. **A land use and land cover classification system for use with remote sensor data**. US Government Printing Office: Washington, WA, USA, 1976.

ANDRADE, M. P. de; RIBEIRO, C. B. de M.; LIMA, R. N. de S. Modelagem dinâmica da mudança do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir de imagens MODIS e um modelo de sub-regiões. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 5, 2016.

ARAYA, Yikalo H.; CABRAL, Pedro. Analysis and modeling of urban land cover change in Setúbal and Sesimbra, Portugal. **Remote Sensing**, v. 2, n. 6, p. 1549-1563, 2010.

BABBAR, Deepakshi *et al.* Assessment and prediction of carbon sequestration using Markov chain and INVEST model in Sariska Tiger Reserve, India. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, p. 123333, 2021.

BACANI, V. M. *et al.* Markov chains cellular automata modeling and multicriteria analysis of land cover change in the Lower Nhecolândia subregion of the Brazilian Pantanal wetland. **Journal of Applied Remote Sensing**. v. 10 (1), p. 2-21, jan.-mar. 2016.

BISONG E. (2019) Google Colaboratory. In: Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4470-8_7.

BOSSSEL, Hartmut. **Modeling and simulation**. AK Peters/CRC Press, 2018.

BOZKAYA, A. G. *et al.* Forecasting land-cover growth using remotely sensed data: a case study of the Igneada protection area in Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 3, p. 59, 2015.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 12 fev. 2021.

BURROUGH, P. Dynamic modelling and geocomputation. In: **Geocomputation**: a primer. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1998. p. 165-192.

CARLETTA, J. Assessing agreement on classification tasks: The kappa statistic. **Comput. Linguist.** 1996, 22, p. 249–254.

CUNHA, Elias Rodrigues da *et al.* Future scenarios based on a CA-Markov land use and land cover simulation model for a tropical humid basin in the Cerrado/Atlantic forest ecotone of Brazil. **Land Use Policy**, v. 101, p. 105141, 2021.

ELDORADO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade 2020**. Disponível em: <https://eldoradobrasil.com.br/img/eldorado-brasil-relatorio-sustentabilidade-2020.pdf>. Acesso em: 31 maio 2022.

FLOREANO, Isabela Xavier; DE MORAES, Luzia Alice Ferreira. Land use/land cover (LULC) analysis (2009–2019) with Google Earth Engine and 2030 prediction using Markov-CA in the Rondônia State, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 4, p. 1-17, 2021.

GORELICK, Noel *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote sensing of Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017.

IBGE. Malhas Territoriais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>. Acesso em: 30 maio 2022a.

IBGE. Extração vegetal e Silvicultura. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/tres-lagoas/pesquisa/16/12705?tipo=ranking&ano=2020&indicador=12882>. Acesso em: 30 maio 2022b.

IBGE. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/tres-lagoas/panorama>. Acesso em: 30 maio 2022c.

JHA, Ashutosh Kumar *et al.* OpenLDM: Open-Source Land-Use and Land-Cover Dynamics Modeling Platform. **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, p. 1-16, 2022.

KHWARAHM, Nabaz R. Spatial modeling of land use and land cover change in Sulaimani, Iraq, using multitemporal satellite data. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 3, p. 1-18, 2021.

LEITE-FILHO, Argemiro Teixeira *et al.* Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2021.

LETA, Megersa Kebede; DEMISSIE, Tamene Adugna; TRÄNCKNER, Jens. Modeling and prediction of land use land cover change dynamics based on land change modeler (Lcm) in nashe watershed, upper blue Nile basin, Ethiopia. **Sustainability**, v. 13, n. 7, p. 3740, 2021.

LI, Chen *et al.* Multi-scenario simulation of ecosystem service value for optimization of land use in the Sichuan-Yunnan ecological barrier, China. **Ecological Indicators**, v. 132, p. 108328, 2021.

LIU, Qing *et al.* Assessment and Prediction of Carbon Storage Based on Land Use/Land Cover Dynamics in the Tropics: A Case Study of Hainan Island, China. **Land**, v. 11, n. 2, p. 244, 2022.

LUCK, Heloisa. **Liderança em gestão escolar**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

MACULAN, Andressa Keli; BRUNING, Simone Marcon; NUNES, Amanda Letícia Pit. Crescimento e rendimento da cultura do trigo com aplicações de boro. **Agrarian**, Dourados, v. 13, n. 50, p. 460-466, 2020.

MAPBIOMAS. MapBiomas Collection 6.0 of Land Use and Land Cover of Brazil. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em 2 mar. 2022.

MAURYA, Swati *et al.* Soil erosion in future scenario using CMIP5 models and earth observation datasets. **Journal of Hydrology**, v. 594, p. 125851, 2021.

MENDONÇA, Lenny; SUTTON, Robert. Como obter sucesso na era do código aberto. Entrevistado: Mitchek Baker. **HSM Management**, São Paulo, v. 5, n. 70, p. 102-106, set./out., 2008.

MENDONÇA, Marcelo Ribeiro de *et al.* O MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS/MS COMO MAIOR PRODUTOR/EXPORTADOR DE CELULOSE DO MUNDO: A IDEOLOGIA DO PROGRESSO E SUAS CONTRADIÇÕES. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 3, n. 42, p. 50-76, 2020.

MONDAL, Md Surabuddin *et al.* Statistical independence test and validation of CA Markov land use land cover (LULC) prediction results. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, v. 19, n. 2, p. 259-272, 2016.

MORSHED, Syed Riad *et al.* Future ecosystem service value modeling with land cover dynamics by using machine learning based Artificial Neural Network model for Jashore city, Bangladesh. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, p. 103021, 2021.

MOTLAGH, Zeynab Karimzadeh *et al.* Spatial modeling of land-use change in a rapidly urbanizing landscape in central Iran: Integration of remote sensing, CA-Markov, and landscape metrics. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 11, p. 1-19, 2020.

MUNTHALI, M. G. *et al.* Modelling land use and land cover dynamics of Dedza district of Malawi using hybrid Cellular Automata and Markov model. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 17, p. 100276, 2020.

NASIRI, Vahid *et al.* Land use change modeling through an integrated multi-layer perceptron neural network and Markov chain analysis (case study: Arasbaran region, Iran). **Journal of Forestry Research**, v. 30, n. 3, p. 943-957, 2019.

PALMATE, Santosh S. Modelling spatiotemporal land dynamics for a trans-boundary river basin using integrated Cellular Automata and Markov Chain approach. **Applied geography**, v. 82, p. 11-23, 2017.

PEDROSA, B. M.; CÂMARA, G. **Modelagem dinâmica e geoprocessamento**. In: FUKS, S. D.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (ed.). Análise espacial de dados geográficos. São José dos Campos: INPE, 2002.

REN, Yanjiao *et al.* Spatially explicit simulation of land use/land cover changes: Current coverage and future prospects. **Earth-Science Reviews**, v. 190, p. 398-415, 2019.

RESENDE, Fernando M. *et al.* Consequences of delaying actions for safeguarding ecosystem services in the Brazilian Cerrado. **Biological Conservation**, v. 234, p. 90-99, 2019.

RIMAL, Bhagawat *et al.* Land use/land cover dynamics and modeling of urban land expansion by the integration of cellular automata and markov chain. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 4, p. 154, 2018.

RODRIGUES, Ana Lúcia Aquilas. **Impacto de um programa de exercícios no local de trabalho sobre o nível de atividade física e o estágio de prontidão para a mudança de comportamento**. 2009. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Experimental) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS, José Yure Gomes dos *et al.* Modeling the impacts of future LULC and climate change on runoff and sediment yield in a strategic basin in the Caatinga/Atlantic forest ecotone of Brazil. **Catena**, v. 203, p. 105308, 2021.

SILVA, C. A. da. O novo normal, a desconstrução, a regra vigente. *Entre-Lugar*, Dourados, v. 11, n. 22, p. 8-12, 2020.

SILVA, Camilla Almeida; GIANNOTTI, Mariana; ALMEIDA, Cláudia Maria de. Dynamic modeling to support an integrated analysis among land use change, accessibility and gentrification. **Land Use Policy**, v. 99, p. 104992, 2020.

SILVA, L. F. da; BACANI, V. M. Detecção de mudanças e modelagem preditiva do uso da terra e da cobertura vegetal do Pantanal de Aquidauana-MS. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 22, n. 2, p. 437-456, 2018.

SOARES-FILHO, B. S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. São Paulo. 299 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), 1998.

SUZANO. Central de Indicadores 2020. Disponível em: <https://centraldeindicadores.suzano.com.br/sasb/meio-ambiente/>. Acesso em: 31 maio 2022.

VALENTE, Roberta Aversa *et al.* A multicriteria evaluation approach to set forest restoration priorities based on water ecosystem services. **Journal of Environmental Management**, v. 285, p. 112049, 2021.

VERBURG, Peter H. *et al.* Beyond land cover change: towards a new generation of land use models. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 38, p. 77-85, 2019.

VERBURG, Peter H. *et al.* Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective. **Anthropocene**, v. 12, p. 29-41, 2015.

WANG, Jianzhu; MADUAKO, Ikechukwu Nnamdi. Spatio-temporal urban growth dynamics of Lagos Metropolitan Region of Nigeria based on Hybrid methods for LULC modeling and prediction. **European Journal of Remote Sensing**, v. 51, n. 1, p. 251-265, 2018.

WU, Qiusheng. geemap: A Python package for interactive mapping with Google Earth Engine. **Journal of Open Source Software**, v. 5, n. 51, p. 2305, 2020.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática**. São Paulo: Editora UNESP, 2009, 212 p.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil. Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa (processo nº 306448/2020-3), e por financiar o projeto de pesquisa cadastrado no processo nº 403993/2021-0. Agradecemos também à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) por apoiar projeto de pesquisa cadastrado no processo nº 71/002.368/2022.

Capítulo 09

A CARTOGRAFIA DO RELEVO COMO SUBSÍDIO PARA A ANÁLISE DE UM SISTEMA CÁRSTICO

“Sistemas cársticos são ambientes em que o relevo está relacionado aos processos de dissolução química das rochas, que proporcionam um padrão diferenciado, com tipos de vertentes, declividades, comprimentos de rampa, e fragilidades únicas desses sistemas. Ao somar com a influência climática, é possível afirmar que, em áreas tropicais úmidas e com vegetações de estratos elevados e densos (ciclo biogeoquímico do carbono é mais intenso), são esculpidas surpreendentes feições de grande beleza cênica...”

Rafael Brugnolli Medeiros

A CARTOGRAFIA DO RELEVO COMO SUBSÍDIO PARA A ANÁLISE DE UM SISTEMA CÁRSTICO

RAFAEL BRUGNOLLI MEDEIROS

INTRODUÇÃO

Sistemas cársticos são ambientes em que o relevo está relacionado aos processos de dissolução química das rochas, que proporcionam um padrão diferenciado, com tipos de vertentes, declividades, comprimentos de rampa, e fragilidades únicas desses sistemas. Ao somar com a influência climática, é possível afirmar que, em áreas tropicais úmidas e com vegetações de estratos elevados e densos (ciclo biogeoquímico do carbono é mais intenso), são esculpidas surpreendentes feições de grande beleza cênica.

É notório, dentro da bibliografia disponível, que as condições climáticas, fitogeográficas, atividades biológicas, zonas latitudinais, e altitudinais interferem na propensão do desenvolvimento do carste. Contudo, Christofolletti (1980), Kohler e Castro (2009), e Travassos (2019), relatam que a morfologia cárstica surge, principalmente, a partir da presença de rochas solúveis, precipitações moderadas e altitude acima do nível de base, o que possibilita a circulação da água. O desenvolvimento do carste proporciona feições cársticas variadas, tanto no subterrâneo quanto na superfície.

Sendo a área de estudo aqui definida como a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (BHRF) no município de Bonito, Mato Grosso do Sul, é possível constatar que essa se encontra localizada em uma zona tropical úmida, que segundo Zavatini (1992), é controlada por massas tropicais e polares, ou seja, uma região úmida com inverno de temperaturas baixas, onde ocorre uma atuação expressiva da precipitação no desenvolvimento do relevo cárstico, seja na esculturação da Serra da Bodoquena, ou até nas regiões de dissolução química do calcário, como as áreas de poljes e dolinas que se fazem presentes na BHRF.

O relevo resulta da diversidade de formas e de gêneses estruturais do substrato e da atuação climática, as quais são geradas por complicados mecanismos que atuam no presente, e que atuaram no passado (CUNHA e PINTON, 2013). Haja vista que, em sistemas cársticos, a rocha, a precipitação e a água exercem papel primordial na evolução do carste, esse relevo formado e sua dinâmica espacial e temporal são resultados da ação física e química dos agentes atmosféricos, proporcionando formas exocársticas e endocársticas que manifestam as características do relevo da BHRF, seja por suas formas positivas como maciços, mogotes e morros residuais, ou, ainda, as formas negativas, como os locais de abatimento da dissolução do calcário pelas atividades hídricas (poljes, uvalas e as dolinas).

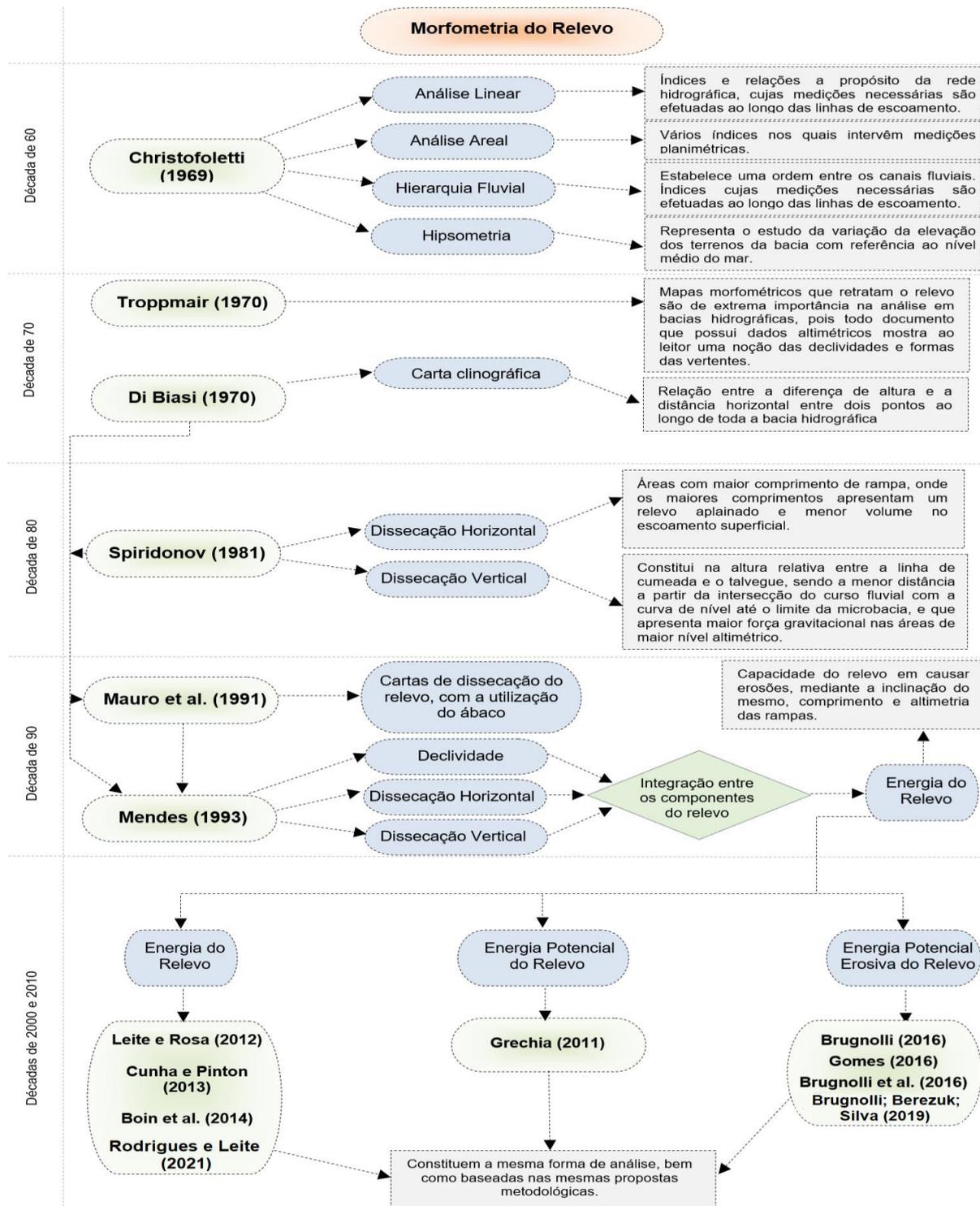
Essa dinâmica constante sempre chamou a atenção dos geomorfólogos, e as informações que podem ser obtidas e demonstradas, por meio de representações cartográficas, interpretam o relevo e as formas do modelado cárstico, e detalham, ainda, sua evolução e sucessão espacial e temporal. Tais representações do relevo, ou documentos morfométricos, são importantes na compreensão dos processos que modificam as bacias hidrográficas.

Sua análise traduz os locais propensos aos processos morfogenéticos em que se utilizam dados altimétricos, dissecações do relevo, e declividade, a fim de obter a energia potencial erosiva do relevo, um documento que traz as características do relevo em uma síntese. Essa energia tem como base o prisma da Teoria Geral dos Sistemas, em que a atenção está voltada à relação entre os objetos de forma integrada e sistêmica. Desse modo, sua evolução, ao longo das décadas (Figura 1), trouxe consigo modificações totais ou parciais das metodologias utilizadas.

Adotando e compreendendo a evolução dada pela cartografia do relevo, que evoluiu seguindo o avanço do conhecimento, das técnicas, e da própria tecnologia, dita aqui sob a forma dos Sistemas de Informação Geográfica, é possível visualizar que as metodologias passaram de manuais, com ábacos (DI BIASI, 1970; MAURO *et al.*, 1991) e dados estatísticos (CHRISTOFOLETTI, 1969; 1980) para permitir a interpretação das morfometrias e da energia desse relevo, para, no século XXI, técnicas computacionais realizadas de forma automatizada (FERREIRA, 2015), bem como, utilizando os SIGs para

vetorização dos polígonos de dissecação e uso do Modelo Digital de Terreno para a declividade (BRUGNOLLI, 2016; GOMES, 2016; BRUGNOLLI; BEREZUK; SILVA, 2019).

Figura 1 - Evolução dos conceitos relacionados à morfometria do relevo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

É notório, portanto, que a evolução tecnológica atingiu a própria cartografia do relevo, e nos permitiu adotar uma nomenclatura adequada e aceita, diante de vários trabalhos publicados (BRUGNOLLI, 2016; GOMES, 2016; BRUGNOLLI; BEREZUK; SILVA, 2019) entre outros, que é a Energia Potencial Erosiva do Relevo (EPER). Logo, as feições topográficas assumem papel de destaque na orientação de vertentes. A utilização dos SIGs para abstrair, decompor e representar a realidade do relevo em um plano virtual, contribui veementemente nas pesquisas relacionadas aos processos erosivos e feições geomorfológicas.

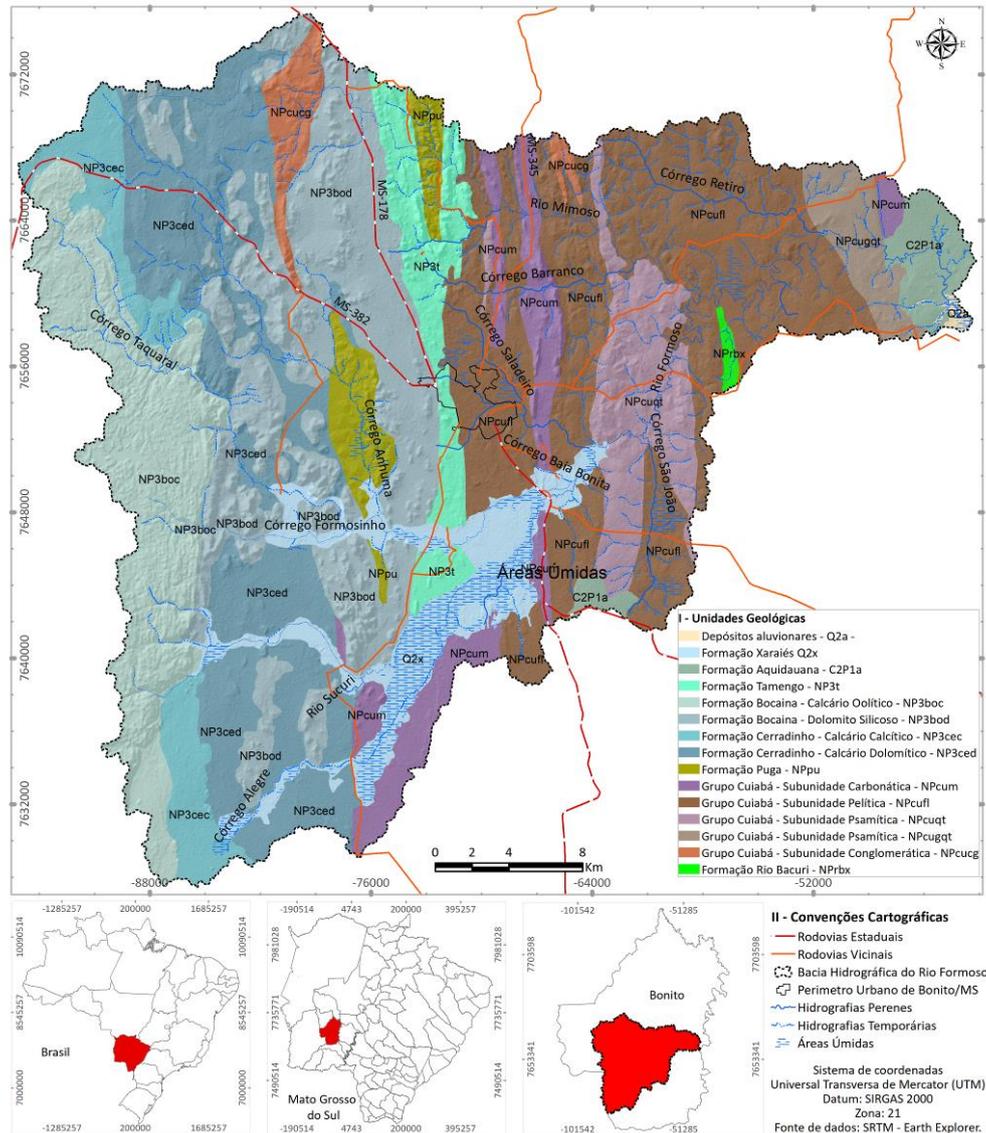
Não obstante, a BHRF, com sua fragilidade natural advinda do calcário, apresenta um relevo com padrões quanto à deposição e transporte de sedimentos. Os fortes declives, intemperismo acentuado, modificação das vegetações, e característica dos solos da região, contrastam com áreas muito planas (poljes) derivadas da dissolução química das rochas. Fatores esses que justificam a utilização de tal metodologia para interpretar, avaliar, e diagnosticar o relevo cárstico, por meio de uma cartografia do relevo.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO: CONTEXTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO

A BHRF encontra-se situada à sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul/Brasil (Figura 2), com uma área de 1.324,67km². O rio Formoso (principal manancial da bacia hidrográfica em questão) apresenta uma extensão de aproximadamente 97,27 km. Suas nascentes estão situadas na Serra da Bodoquena; já sua foz localiza-se no médio curso, e na margem esquerda do rio Miranda, e vai em direção ao Pantanal. Deve-se ressaltar que a BHRF está situada entre duas grandes áreas serranas (a Serra da Bodoquena à oeste e a Serra de Maracaju à leste).

Figura 2 - Localização e contexto geológico da BHRF, Mato Grosso do Sul - Brasil.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As características que definem Bonito e, por conseguinte, a BHRF, são marcadas por uma paisagem estritamente relacionada aos processos hidrogeoquímicos cársticos, que originaram uma paisagem de grande beleza cênica, contrastando com morros residuais e áreas aplainadas, como as planícies aluviais. Esse contraste é resultante do assentamento sobre rochas carbonatadas (cársticas) e terrígenas (não-cársticas), em que os grupos Corumbá e Cuiabá são destaques, respectivamente.

O contexto geológico da BHRF é definido pelas formações Cerradinho, Tamengo e Bocaina, todas do Grupo Corumbá, em que o predomínio é de calcário calcítico e dolomítico. Esse grupo, segundo Boggiani *et al.* (2002), é composto por carbonatos e

sílicas expostas, enquanto que Baptista, Braun e Campos (1984) afirmam possuir sedimentos detríticos de calcários e dolomitos. Assim, há uma predominância de rochas carbonatadas no alto, e na parte do médio curso, tanto do Grupo Corumbá quanto da subunidade carbonática do Grupo Cuiabá, hegemonicamente formada por mármore calcíticos e dolomíticos. O relevo dessas áreas aponta para contrastes entre a Serra da Bodoquena, conjuntos de morros residuais e dolinas, e as áreas de poljes e outras superfícies aplainadas. Ao todo, a BHRF é composta por 64% de terrenos cársticos, localizados em predominância no alto e médio curso, locais em exibem as nascentes de grande parte dos mananciais hídricos da BHRF, fatos que consolidam e explicam o porquê de suas águas translúcidas.

Já na outra parte territorial do médio e baixo curso, as rochas das subunidades Pelítica e Psamítica do Grupo Cuiabá são marcantes, com um predomínio dos arenitos, xistos e filitos das rochas terrígenas. As rochas terrígenas se encontram em 36% da BHRF, e resultam em uma paisagem distinta, com morros residuais isolados, cercados de superfícies aplainadas a onduladas.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O inventário sobre o relevo da BHRF consistiu na identificação e análise da hipsometria (curvas de nível, altimetria e cotas altimétricas), e energia potencial erosiva do relevo, que é determinada pela declividade e dissecação horizontal e vertical, o que ofereceu informações capazes de apontar as características morfométricas do relevo da bacia hidrográfica em questão.

A hipsometria foi realizada com o auxílio do SIG ArcGis 10^o, mediante a utilização do Modelo Digital de Terreno da Missão Topográfica *Radar Shuttle* (MDT/SRTM), necessitando de um pré-processamento, que consiste na correção de pixels espúrios e algumas imperfeições/ruídos das imagens de radar SRTM. Para auxiliar na identificação de cotas altimétricas e curvas de nível, foram utilizadas quatro cartas topográficas disponibilizadas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Brasil – DSG, com base em fotografias aéreas datadas de 1966 e impressas no ano de 1973, são elas: Aldeia Lalima - SF.21-X-A-V, MI – 2584; Jardim - SF.21-X-C-II; Rio Perdido - SF.21-X-C-I, MI-2619; Vila Campão - SF.21-X-A-IV, MI – 2583. Todas em escala 1:100.000.

Para a declividade foi necessária a importação do MDT/SRTM, além da utilização das diferenças das cotas (altimetria) entre pontos ao longo de toda a BHRF, determinando assim, a inclinação do relevo e sua declividade. Esse procedimento foi realizado no SIG ArcGis 10[®] mediante o módulo *Spatial Analyst > Surface > Slope*, já com a SRTM corrigida pelo pré-processamento. A declividade foi embasada nas classes do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS (2018), com intervalos variados: 0,00% a 3,00%; 3,01% a 8,00%; 8,01% a 20,00%; 20,01% a 45,00%; 45,01% a 75,00%; e >75,01%.

A dissecação horizontal foi mapeada a partir da delimitação das sub-bacias com o auxílio do MDT/SRTM, em que foram traçadas as curvas de nível e os recursos hídricos efêmeros, intermitentes e perenes. Essa proposta se baseou em Spiridonov (1981), que determina essa dissecação de acordo com as feições horizontais do relevo. Essas feições são definidas pelo traçado, em linhas retas, que formam um ângulo de 90° com a hidrografia. Essa linha é traçada até o divisor de águas e gera polígonos, e cada um destes é determinado por uma classe de dissecação horizontal. De tal forma, segundo Spiridonov (1981), as rampas do terreno demonstram seu aplainamento, pois quanto maior o comprimento dessa rampa, menor será o potencial erosivo, sobretudo devido às rampas mais extensas tenderem a um relevo mais aplainado. Assim, foram encontradas as classes de 0 a 100 metros, 100 a 200 metros e assim sucessivamente até alcançar rampas maiores de 2.000 metros.

A dissecação vertical, por sua vez, foi determinada pela delimitação das mesmas sub-bacias e microbacias realizadas com auxílio do MDT/SRTM, em que a criação dos polígonos de dissecação vertical obedeceu às curvas de nível e à hidrografia. Os procedimentos realizados para determinar e analisar as classes de dissecação vertical foram embasados na proposta metodológica de Spiridonov (1981), que delimita classes em cada sub-bacia e/ou microbacia por meio da intersecção da hidrografia com cada curva de nível alcançada. Logo, foram traçadas linhas para cada margem do recurso hídrico (talvegue) até alcançar as linhas cumeadas (divisor de águas). Cada uma dessas classes e intersecções da hidrografia com as curvas de nível, determinou seus intervalos de 0 a 20 metros, 20 a 40 metros, 40 a 60 metros e assim sucessivamente.

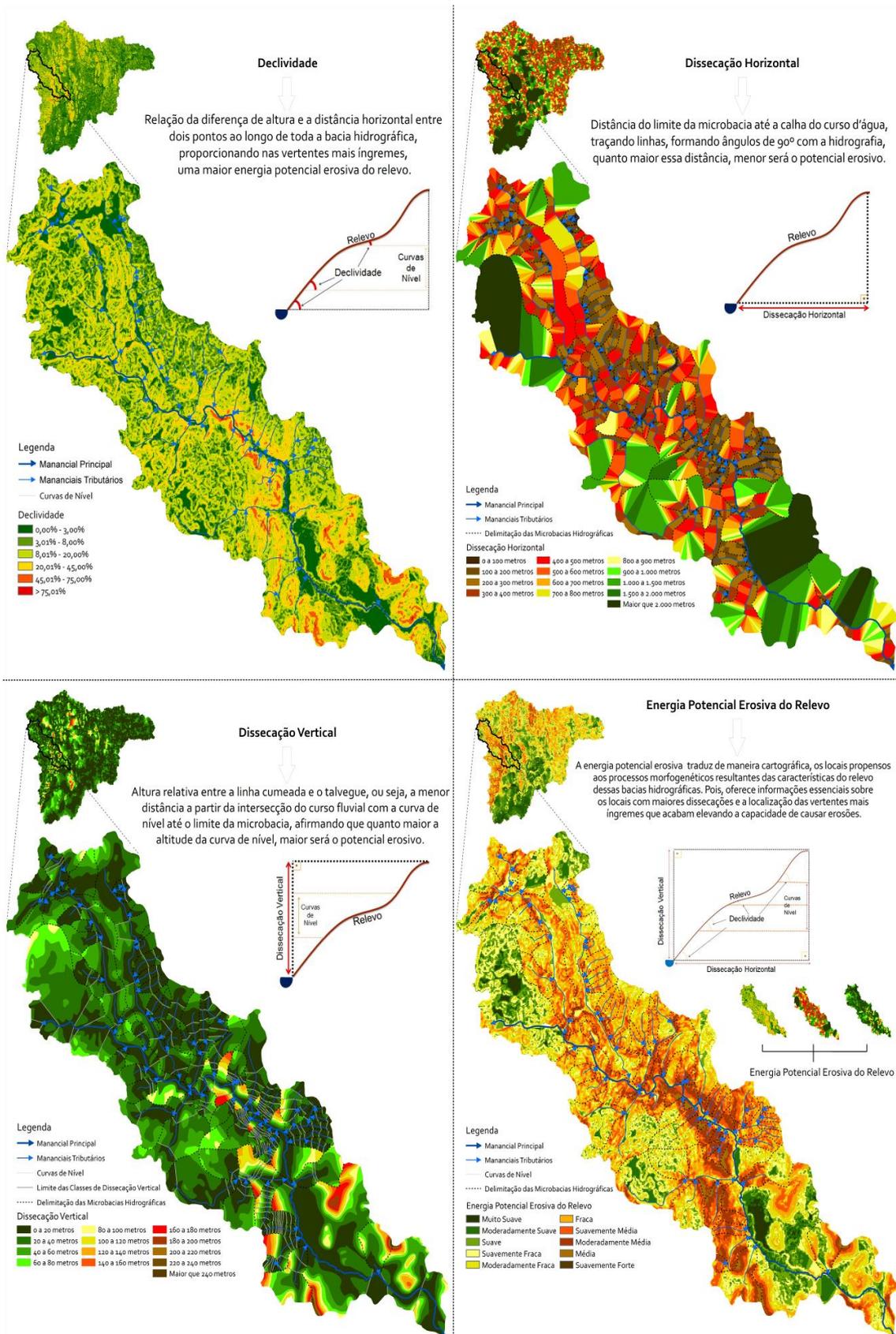
Cada traçado identificado correspondeu à divisão das classes de dissecação vertical. Portanto, quanto maior as amplitudes altimétricas nessas delimitações, maior vai ser a dissecação vertical neste setor, pois de acordo com Spiridonov (1981), nas altitudes mais elevadas, o grau de escoamento gravitacional é maior e, conseqüentemente, maior será a energia potencial erosiva.

A energia potencial erosiva do relevo proporcionou informações capazes de realizar uma análise morfométrica desse relevo que evidenciou as possíveis influências do deflúvio superficial, vertentes íngremes, entre outros fatores no carreamento de sedimentos, e propensão aos processos erosivos. Seu mapeamento é resultado, de acordo com Mendes (1993), da interação da inclinação do terreno (declividade), do comprimento das rampas (dissecação horizontal) e da altimetria dessas rampas (dissecação vertical). Assim, com os pesos recebidos em cada uma das variáveis analisadas, foi proposta sua interação (Figura 3 e Tabela 1). Com a identificação de todas as variáveis analisadas, os dados foram interpolados no SIG ArcGis 10[®], por meio do módulo *Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Overlay*.

A energia potencial erosiva do relevo proporciona a identificação, em apenas um documento, da geometria do relevo, e mostra de forma clara e objetiva seus dados morfométricos e seus respectivos locais com maior propensão aos processos erosivos. Logo, essa energia foi apontada, conforme Brugnolli (2016; 2020), como a capacidade potencial de erosão ou a quantidade de perda de solo que a bacia hidrográfica é capaz de promover.

É necessário destacar que adaptações foram realizadas, pois Mendes (1993), Cunha (2001), Grechia (2011), Gomes (2016) e Brugnolli (2016), afirmam que os intervalos podem variar de acordo com a pesquisa e a área de estudo. Buscou-se, portanto, uma melhor aplicabilidade na área cárstica, o que facilitou e trouxe uma veracidade à representação espacial e permitiu a leitura do mapeamento temático por meio de classes dispostas (Tabela 1).

Figura 3 – Metodologia utilizada para a elaboração da EPER.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 1 - Classes de energia potencial erosiva do relevo, de acordo com a declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical da BHRF.

Classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo	Declividade (%)	Dissecação Horizontal (metros)	Dissecação Vertical (metros)
Muito Suave	0,00 a 1,00	> 2.000,00	0,00 a 20,00
Moderadamente Suave	1,01 a 2,00	1.500,01 a 2.000,00	20,00 a 40,00
Suave	2,01 a 3,00	1.000,01 a 1.500,00	40,01 a 60,00
Suavemente Fraca	3,01 a 4,00	900,01 a 1.000,00	60,01 a 80,00
Moderadamente Fraca	4,01 a 6,00	800,01 a 900,00	80,01 a 100,00
Fraca	6,01 a 8,00	700,01 a 800,00	100,01 a 120,00
Suavemente Média	8,01 a 12,00	600,01 a 700,00	120,01 a 140,00
Moderadamente Média	12,01 a 15,00	500,01 a 600,00	140,01 a 160,00
Média	15,01 a 20,00	400,01 a 500,00	160,01 a 180,00
Suavemente Forte	20,01 a 30,00	300,01 a 400,00	180,01 a 200,00
Moderadamente Forte	30,01 a 45,00	200,01 a 300,00	200,01 a 220,00
Forte	45,01 a 75,00	100,01 a 200,00	220,01 a 240,00
Muito Forte	> 75,01	0,00 a 100,00	> 240,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

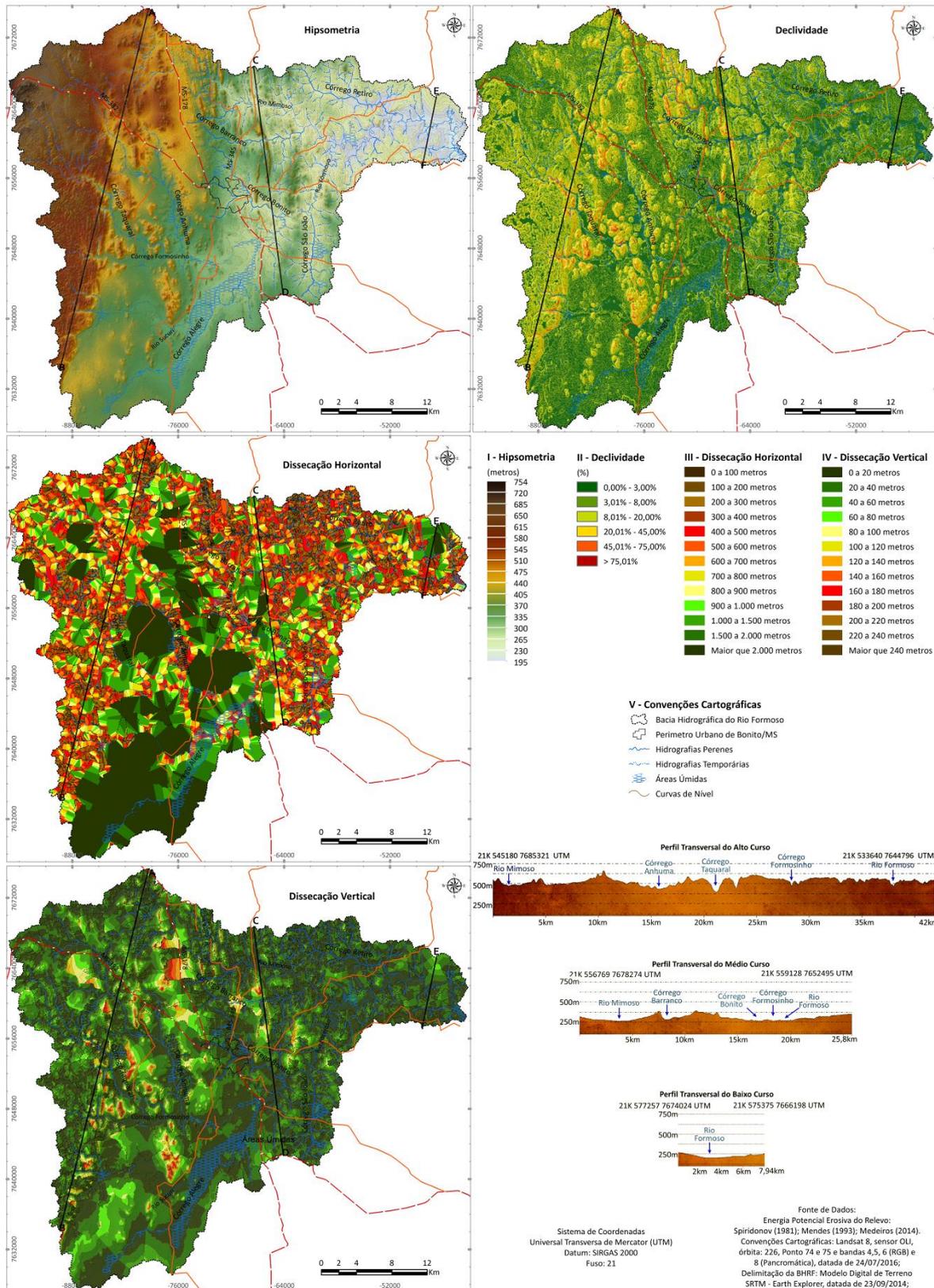
DESENVOLVIMENTO

MORFOMETRIA DO RELEVO

As formas do relevo demonstram algumas variações consistentes no estado de Mato Grosso do Sul, uma vez que apresentam grandes regiões e unidades geomorfológicas. A região sudoeste é marcada pela diversidade geomorfológica, sobretudo por abranger parte da Serra da Bodoquena e também a depressão do rio Miranda. Na BHRF, a grande variação altimétrica é resultado de serras alongadas, morros residuais, superfícies aplainadas, suave onduladas ou planícies aluviais. A altimetria alcança 720 metros na Serra da Bodoquena, até a presença da menor cota encontrada, que é de 200 metros de altitude, na foz do rio Formoso (Figura 4).

O mapeamento hipsométrico evidenciou algumas questões importantes. A BHRF é determinada por um alto curso mais extenso (sentido norte-sul), do que médio e baixo curso, assim como é dotada de um relevo mais acidentado no alto curso, em que os recursos hídricos são drenados encaixados em vales declivosos que perpassam toda a Serra da Bodoquena. Nessas áreas os declives alcançam, em sua maioria, acima de 45,00%, exibindo diversas restrições no uso de suas terras.

Figura 4 – Hipsometria, declividade e dissecações do relevo da BHRF.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

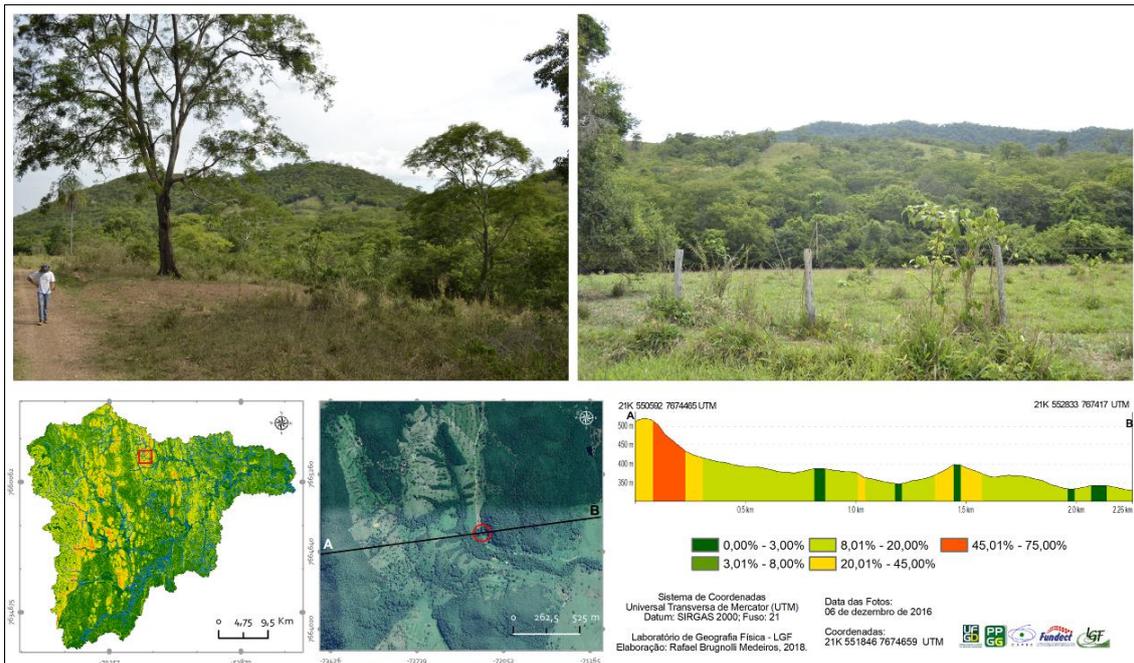
Esse local é caracterizado por se encontrar em uma área de domínios de morros residuais e dolinas, pertencentes à formação litológica Cerradinho, e detentora de grandes áreas de vegetação florestal. Estes fatos, somados às formas abruptas, rampas estreitas, afloramentos rochosos e amplitudes elevadas de suas rampas, fazem com que tais áreas sejam aptas apenas para a manutenção da vegetação natural. De acordo com a EMBRAPA (2018), tal relevo é classificado como montanhoso a escarpado por possuir uma superfície topográfica vigorosa, com predomínio de formas acidentadas usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, e apresenta desnivelamento relativamente grande, com declives de fortes a muito fortes.

O médio curso da BHRF (C-D) expôs um relevo menos acidentado que o perfil citado anteriormente, mas ainda contém variações altimétricas, além de ser mais estreito, já que alcançou 25,8 km de extensão. Ademais, perpassou extensas unidades de relevo e formações geológicas. Esse perfil permaneceu com pouca variação altimétrica até o rio Mimoso, que já se encontra em uma planície aluvial cárstica.

É possível notar que, entre os morros residuais existentes, há extensas áreas aplainadas que são extremamente férteis, sobretudo nas áreas de sistema cárstico, pela litologia predominantemente carbonatada, rica em calcário calcítico e dolomítico, e magnésio, que favorecem tal fertilidade. Esses fatos beneficiam a agricultura, a mecanização agrícola e, conseqüentemente, o plantio de lavouras, como soja e milho.

Os morros residuais ficaram evidenciados durante os quilômetros 8, 12 e 14 (no sentido de C para D), em que ocorre uma elevação brusca das altitudes, chegando a declives acentuados até acima de 45%, em meio a uma planície caracterizada pelos baixos declives dos mármores da subunidade Carbonática do grupo Cuiabá. Esses declives são encontrados em locais específicos da BHRF, como os morros residuais (Figura 5), e na Serra da Bodoquena (no médio e alto curso da bacia hidrográfica, respectivamente). Por esses motivos, a manutenção da vegetação é necessária, que/a qual somada aos altos declives, rochas carbonatadas, eleva a fragilidade ambiental e favorece o escoamento superficial.

Figura 5 - Áreas de morros residuais que alcançam declividades de 45,01% a 75,00%.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Entre dois desses morros residuais, ocorre o entalhamento do córrego Barranco, ou seja, surge uma planície restrita que alcança 260 metros de altitude e uma redução evidente da altitude com relação ao perfil do alto curso da BHRF (A-B). Após esses relevos mais acidentados, apresenta-se uma extensa planície fluvial que abrange algumas características particulares, como o afloramento da formação Xaraiés. Nesta planície mais extensa se localiza o córrego Bonito e Formosinho, além do rio Formoso que alcança, neste ponto, 250 metros de altitude. Deste ponto em diante, o perfil seguiu sem grandes variações altimétricas até o divisor de águas, com a cota altimétrica de 271 metros.

O perfil transversal do baixo curso (E-F) da Figura 4 apresentou uma reduzida extensão com superfícies terrígenas aplainadas a suave onduladas, que perpassou apenas o rio Formoso. Possui uma variação pouco significativa, já que não apresenta morros residuais e tem como característica as pastagens e vegetações florestais, além da proximidade com algumas áreas úmidas. Assim, esse perfil mostra uma predominância de rampas mais longas e amplitudes baixas de dissecações horizontal e vertical, respectivamente. Nesse perfil, nota-se que o início de seu traçado apresenta arenitos da formação Aquidauana, perpassa os mármore do grupo Cuiabá até os quartizitos do grupo Cuiabá, que, apesar de possuírem propriedades distintas, são

característicos de um relevo plano, em que, na BHRF, as cotas altimétricas mais altas apontam para 260 metros, e as mais baixas, 200 metros. A superfície topográfica apresenta-se pouco movimentada e constituída por uma junção de colinas e/ou outeiros (elevações de alturas relativas até 50 metros e de 50 metros a 100 metros, respectivamente) que apresentam declives suaves (EMBRAPA, 2013).

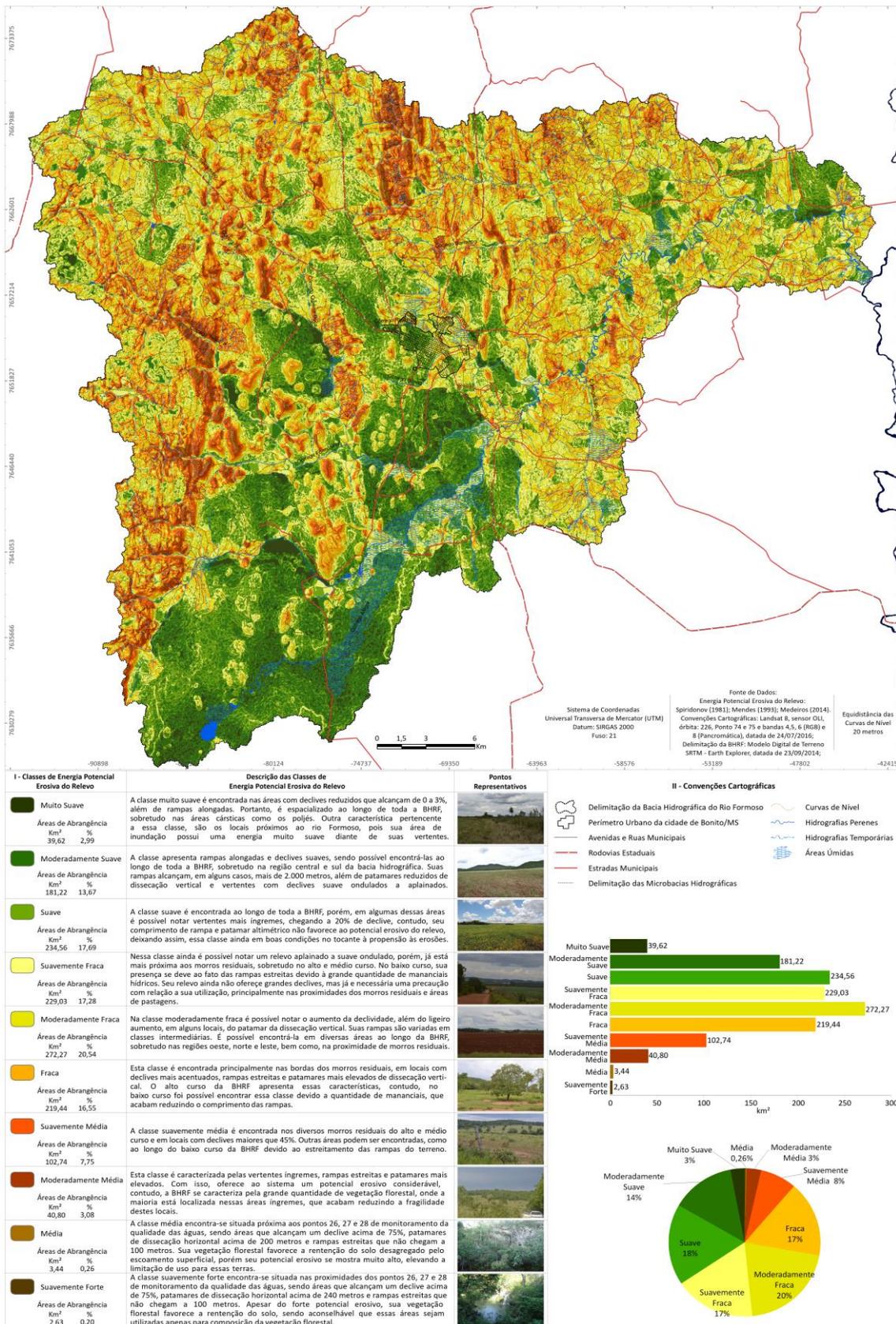
Essas regiões ainda perpassam áreas de até 3% de declive, que, segundo Ramalho Filho e Beek (1995), estão aptas a qualquer uso agrícola. Um contraponto diz respeito a De Biase (1993 *apud* PINTO, CARVALHO; SILVA, 2005) apontar que áreas com esse declive possuem limitações de usos agrícolas, sobretudo por possuir pouca variação antimétrica, o que resulta, em alguns casos, em inundações das planícies, e fazem com que ocorra um excedente hídrico. Logo, nestas áreas úmidas, o uso se restringe à manutenção da vegetação nativa.

ENERGIA POTENCIAL EROSIVA DO RELEVO

A análise e o traçado da dissecação horizontal e vertical são originários da metodologia de Spiridonov (1981), já a interpolação da declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical é pertencente a Mendes (1993). Essa relação foi realizada mediante pesos para as classes, visto que cada variável possui um grau de influência sobre as demais, ou seja, declives mais acentuados, rampas mais estreitas e terrenos em uma amplitude altimétrica mais elevada, possuem maior propensão às erosões e, conseqüentemente, elevam a energia potencial erosiva do relevo (Figura 6).

Com a elaboração e mapeamento da energia potencial erosiva do relevo, constatou-se a grande variação de classes encontradas ao longo da BHRF. A classe muito suave de energia potencial erosiva do relevo foi constatada ao longo dos terrenos com declives mais suaves e rampas alongadas, como, por exemplo, nos poljes ao sul e centro da BHRF. Outra porção da BHRF a ser destacada fica nas proximidades dos recursos hídricos de maior planície, como os rios Formoso e Sucuri, os córregos Formosinho e Anhuma, e pequenas extensões do médio curso do córrego Taquaral. Alguns locais das formações geológicas Cerradinho, Xaraiés, Bocaina e Tamengo (formações cársticas) estão também sob áreas dotadas de classe muito suave.

Figura 6 - Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHRF, Bonito/MS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Logo, essas porções da primeira classe que abrangem 39,62 km², ou 2,99% do total da BHRF, em sua maioria, correspondem às superfícies aplainadas a suave onduladas próximas à Serra da Bodoquena, sobretudo em sistemas cársticos. Nesses locais ocorrem cultivos de soja que se instalaram pela alta fertilidade de suas terras e baixo declive. Além disso, existe uma extensa porção de vegetação campestre de área úmida que está localizada na região central da BHRF, no banhado do rio Formoso.

A classe moderadamente suave, por sua vez, alcançou 181,22 km² ou 13,67% do total. Esses locais foram caracterizados também por rampas alongadas e declives suaves, o que tornou possível sua identificação no baixo curso da BHRF, principalmente em rampas que alcançam mais de 2.000 metros, aspectos estes que favorecem a reduzida declividade e, conseqüentemente, baixo potencial erosivo.

A classe suave foi encontrada em 234,56 km² ou 17,69% da BHRF, praticamente nos mesmos locais da classe anterior, porém, com um relevo mais ondulado e um patamar altimétrico mais elevado, especialmente nas proximidades dos morros residuais. Contudo, ainda ocorre um predomínio de pastagens e culturas em suas terras, além da maior parte da área urbana que está localizada sobre terrenos com potencial erosivo suave.

Uma observação sobre essa classe é que ela também foi encontrada em porções da Serra da Bodoquena e, mesmo, com rampas estreitas e patamares elevados de altimetria, permaneceram nessa classe pelos fundos de vales e/ou topo dos morros. Ou seja, essas áreas possuem uma declividade mais reduzida do que nas demais áreas da Serra da Bodoquena.

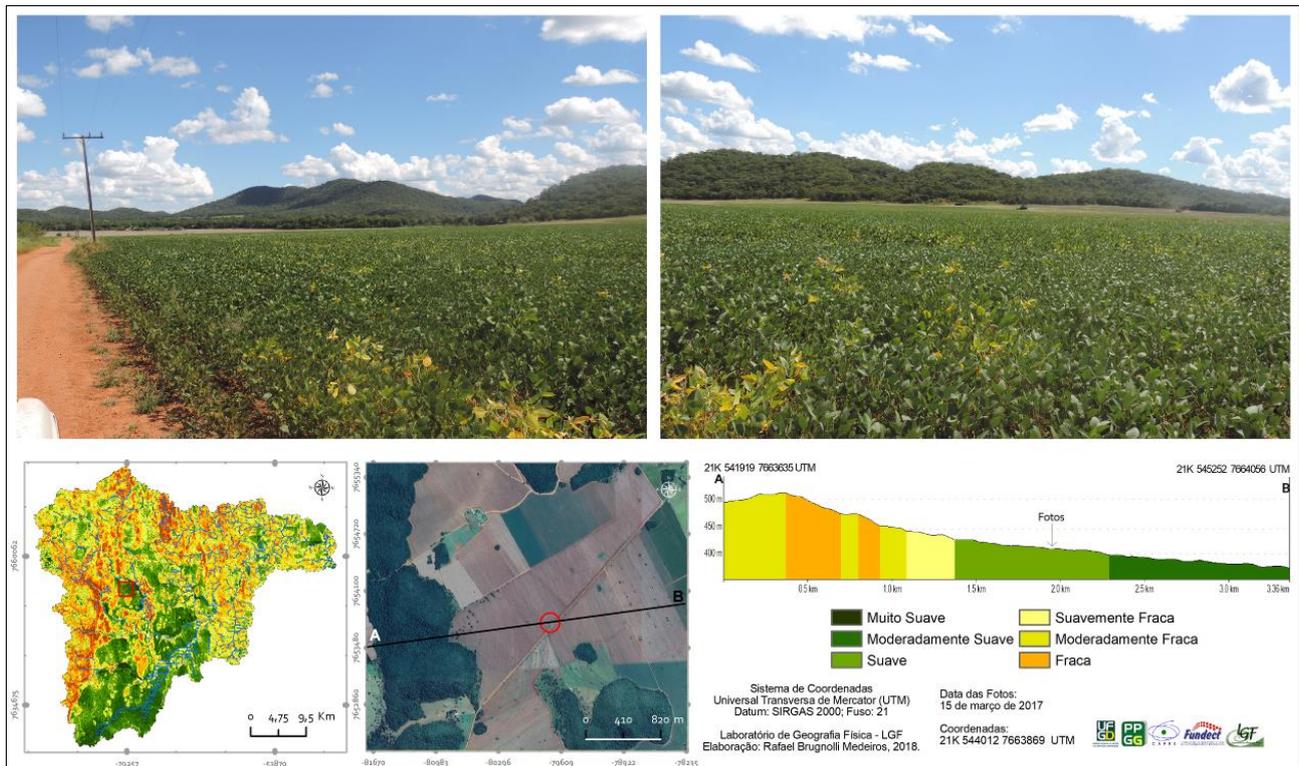
Logo, as classes de nomenclatura “suave” (muito suave, moderadamente suave e suave) se mostraram predominantes de sistema cárstico, justamente pelos motivos já citados das grandes regiões de planura, derivadas da intensa dissolução calcária que originou rampas alongadas e planas. Deste modo, cerca de 77% dessas classes estão situadas sobre sistema cárstico, sobretudo rochas calcíticas e dolomíticas das formações Cerradinho, Bocaina e Xaraiés.

A classe suavemente fraca alcança um total de 229,03 km², visto que abrange 17,28% da BHRF, e está disposta ao longo de toda a bacia, sobretudo próxima aos morros residuais. Na Serra da Bodoquena, essa classe apontou para declives de 3% a 20%, que, somados às rampas mais estreitas (que chegam até 800 metros) e de patamares altimétricos variados, é classificada como suavemente fraca. Essa classe apresenta algumas limitações, principalmente nas proximidades dos morros residuais e das áreas de declives mais acentuados; porém, ainda é uma classe utilizada, tanto para culturas diversas quanto pastagem. A recuperação da vegetação florestal ainda não se mostra obrigatória, entretanto é necessário destacar uma preocupação correspondente à ausência de vegetação nessas áreas supracitadas, sobretudo solo exposto nas épocas de colheita.

A classe moderadamente fraca possui características próximas a da classe anterior, com a distinção da elevação da declividade do terreno, que, em alguns casos, é maior que 20%. Existem muitas áreas com pastagens, porém a cultura já se mostra mais reduzida, devido ao estreitamento das rampas, elevação dos patamares altimétricos, e dos declives. Já em outras regiões da BHRF, por apresentarem um declive mais acentuado, é necessária uma cobertura vegetal de maior porte e, no caso da Figura 7, essa cobertura vegetal assume papel essencial, pois mesmo que a classe potencial erosiva já apresente influência local, a vegetação florestal auxilia na redução da fragilidade. Então, a presente classe abrange um total de 272,27 km², ou 20,54% da BHRF.

Já nas áreas que abrangem essas classes, mas que estão localizadas em sistemas cársticos, é notória a grande extensão das rampas, principalmente nas áreas centrais e sul da BHRF, caracterizadas pelos poljes, que, segundo Bigarella, Becker e Santos (1994, p. 268), são grandes planícies ou depressões de superfícies aplainadas, “resultantes da dissolução extensiva de áreas calcárias, pela ação das águas, originando uma planura controlada pelo nível de base local”.

Figura 7 - Áreas com rampas alongadas, reduzidas declividades e baixa dissecação vertical em um sistema cárstico, denominadas de poljes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Essa área se constitui como uma área extremamente fértil e ocorre em grande quantidade no sistema cárstico da BHRF, que exibe um cultivo de soja em suas terras. Essas classes de 1.500 a 2.000 metros e maiores que 2.000 metros abrangem, respectivamente, 96,93 km² e 272,64 km², e são encontradas, além das porções já citadas, em pequenas exceções feitas em setores próximos à foz do rio Formoso, que, devido ao seu declive reduzido, tem o comprimento de suas rampas elevado. Nesses locais predominam as formações Cerradinho, Bocaina, Tamengo e Xaraiés, e apenas pequenas porções são formadas por rochas terrígenas. É notória a grande presença dessas classes - nas superfícies próximas à Serra da Bodoquena.

A classe fraca comparece em 219,44 km² ou 16,55%, às margens dos morros residuais. Em alguns casos, já estão em locais com declives mais acentuados (maiores que 45%), o que resulta em restrições à utilização de suas terras, já que é necessária a manutenção da vegetação nativa. A referida classe é encontrada ainda no baixo curso, pois, apesar de possuir rampas estreitas que chegam ao máximo de 200 metros, no

momento em que ocorre a interpolação com declives reduzidos e poucas diferenças altimétricas, a energia potencial erosiva do relevo torna-se fraca.

As classes denominadas como “fraca” (suavemente fraca, moderadamente fraca, e fraca) ficaram dispostas ao longo de toda a BHRF e obtêm um equilíbrio maior entre sistemas cárstico e terrígeno, que apontam para 55% e 45%, respectivamente, não havendo uma característica definida no que tange às rochas.

A classe suavemente média expõe uma característica que difere das demais citadas até aqui, já que se encontra nos diversos morros residuais do alto e médio curso, sobretudo nas bordas destes morros e na borda leste da Serra da Bodoquena. Possui ainda um declive mais acentuado, em grande parte maior que 45%, além de rampas estreitas que só não trazem uma energia mais elevada, porque possuem menores diferenças altimétricas.

Esses locais abrangem um total de 102,74 km² ou 7,75% da BHRF e é possível identificar a presença de vegetação florestal, além de uma maior preservação e/ou conservação ambiental, principalmente, devido aos seus declives mais acentuados. Porém, é necessário destacar que, em algumas áreas, é possível encontrar pastagens e culturas, tanto nas proximidades com o rio Mimoso, como também nos córregos Formosinho, Anhuma e Taquari que, por exibirem características com maior potencial erosivo, necessitam de preocupações acerca de possíveis desprendimentos dos solos frágeis.

Já a classe moderadamente média, que corresponde a 40,80km² ou 3,08% do total da BHRF, é encontrada em áreas com rampas que alcançam no máximo 300 metros, com alguns patamares elevados de dissecação vertical e declives acentuados em que, em muitos casos, no alto e médio curso, só é possível a manutenção da vegetação nativa. O que ainda permanece relativamente preservada nessas áreas é a proteção dos recursos hídricos, bem como os morros residuais que existem. Contudo, em alguns casos, é necessário chamar à atenção para a degradação de pequenos pontos de vegetação florestal com a entrada de pastagens em morros residuais próximos ao rio Mimoso e Formoso, bem como para a implantação do cultivo de soja e milho em toda a região oeste da BHRF, que adentra e pressiona cada vez mais os recursos hídricos da Serra da Bodoquena e demais morros residuais.

A classe média (como a suavemente forte) possui uma particularidade: encontra-se situada nas áreas mais declivosas da BHRF, ou seja, áreas próximas aos pontos 26, 27 e 28 de monitoramento da qualidade das águas, no médio curso do rio Mimoso, além de ser encontrada na borda leste da Serra da Bodoquena, próxima às nascentes do córrego Formosinho e no médio curso do córrego Taquaral, ainda na Serra da Bodoquena. Essas porções abrangem um total de 3,44 km², ou 0,26%, e são caracterizadas por grandes declives, rampas muito estreitas e patamares elevados de dissecação vertical, o que ocasiona um elevado potencial erosivo. Um fator positivo é que a maioria dessas áreas apresenta vegetação de porte elevado, o que reduz o deflúvio superficial, e deixa o solo mais protegido contra eventuais impactos negativos.

As classes inseridas na nomenclatura “média” (suavemente média, moderadamente média e média) ficaram dispostas ao longo de toda a BHRF. Entretanto, destaca-se que cerca de 70% de suas extensões estão sob terrenos cársticos, principalmente das formações Bocaina, Cerradinho e Tamengo. Com isso, mostra-se que o relevo nessas regiões se torna mais propenso às erosões diante do aumento da declividade nos morros residuais e Serra da Bodoquena, rampas mais estreitas com vales encaixados, e uma maior amplitude das rampas do terreno.

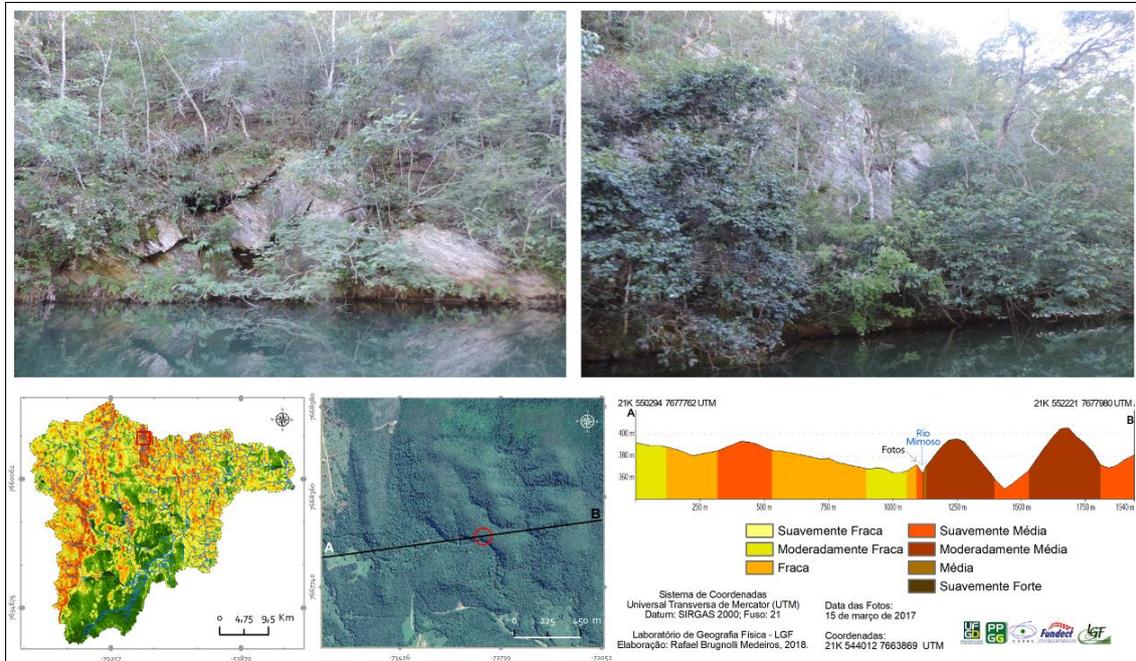
A classe suavemente forte foi o maior potencial erosivo encontrado na BHRF (as classes moderadamente forte, forte, e muito forte não foram constatadas). Está presente em 2,63 km² ou 0,20% da BHRF e é encontrada nas mesmas porções descritas na classe anterior, porém localizada mais nas encostas dos morros residuais, como no caso da Figura 8.

Estes locais, em especial, atingem declives muito acentuados, acima de 75%, além de rampas estreitas que não alcançam 100 metros. Tais fatores, ainda somados à alta força gravitacional devido ao patamar muito elevado da dissecação vertical, favorecem a forte energia potencial erosiva do relevo.

Os maiores potenciais erosivos foram constatados nas proximidades da Serra da Bodoquena e do rio Mimoso (médio curso), em que ficou constatado que cerca de 70% das regiões estão situadas em terrenos cársticos. Já as de menor potencial erosivo estão espalhadas por toda a BHRF, sobretudo em declives de até 3%, em rampas que alcançam

mais que 2.000 metros de extensão, e nos patamares altimétricos que não chegam a 40 metros.

Figura 8 - Um dos locais com maior potencial erosivo da BHRF, localizado no médio curso do rio Mimoso, próximo ao ponto 28 de monitoramento da qualidade das águas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Estes locais, em especial, atingem declives muito acentuados, acima de 75%, além de rampas estreitas que não alcançam 100 metros. Tais fatores, ainda somados à alta força gravitacional devido ao patamar muito elevado da dissecação vertical, favorecem a forte energia potencial erosiva do relevo.

Os maiores potenciais erosivos foram constatados nas proximidades da Serra da Bodoquena e do rio Mimoso (médio curso), em que ficou constatado que cerca de 70% das regiões estão situadas em terrenos cársticos. Já as de menor potencial erosivo estão espalhadas por toda a BHRF, sobretudo em declives de até 3%, em rampas que alcançam mais que 2.000 metros de extensão, e nos patamares altimétricos que não chegam a 40 metros.

Nota-se que o potencial erosivo da BHRF adquire influência muito significativa da declividade, visto que os locais com maiores potenciais erosivos são aqueles que atingiram vertentes de maior inclinação. Porém, o comprimento estreito das rampas e seu patamar altimétrico elevam a força gravitacional dos processos denudacionais. Tais

informações auxiliaram na identificação da morfometria do relevo da BHRF, tão diversificada diante das formações litológicas e processos morfogenéticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se discute sobre potencial erosivo e sua cartografia, logicamente deve-se incorrer às variáveis morfométricas do relevo, que podem ser somadas aos solos e rochas para um viés mais aplicável e concreto. Contudo, a metodologia apresentada e amplamente utilizada pela comunidade científica é aceita e aplicável para compreender-se o papel do relevo enquanto elemento que redistribui as energias de fora, e do interior do sistema ambiental.

Logo, a metodologia utilizada em um ambiente cárstico propiciou a definição de suas feições e mostrou uma heterogeneidade na paisagem, algo que necessita de entendimento diante da intensidade de seus usos, e perante à diferenciação existente entre os ambientes cárstico e terrígeno em uma mesma bacia hidrográfica. Essa diferenciação ficou clara com a adoção da cartografia. Poljes, morros residuais e dolinas fazem parte do modelado cárstico, com potenciais erosivos que se vincularam sobretudo à declividade. O destaque fica por conta da redução massiva das drenagens superficiais, algo explicado pelas referências clássicas de carste e confirmado na BHRF.

Por outro lado, morros residuais e superfícies aplainadas a onduladas fizeram parte da compreensão geomorfológica do baixo curso (terrígeno), com rampas de baixa amplitude, mas com variações significativas de seus comprimentos, evidenciando uma grande quantidade de drenagens superficiais.

Esses aspectos morfométricos possibilitarão a identificação de unidades de relevo. Se adicionarmos essas variáveis ao ambiente cárstico (frágil e instável) e houver a coleta e análise da espacialização dos solos, teremos indicadores capazes de apontar as capacidades de uso das terras, além de definir limitações ou aptidões agrícolas. É claro, portanto, que os solos determinam muitas dessas limitações de uso das terras. As rochas cársticas com sua fragilidade/resistência, e estabilidade de seus minerais, também influenciam sobre tais limitações e aptidões.

A energia potencial erosiva pode surgir como uma variável inserida nesse processo, avaliando a susceptibilidade do relevo aos processos erosivos e contribuindo

na proposta desse trabalho, de que seja um ponto norteador para as ações de melhoria frente aos impactos do avanço da agricultura e pastagens, não só sobre vegetações nativas, mas sobre o carste e em locais de maior energia potencial erosiva do relevo.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. B.; BRAUN, O. P. G.; CAMPOS, D. A. **Léxico estratigráfico do Brasil**. Brasília: DNPM-CPRM, 560 p., 1984.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**, v. 1, Florianópolis: Ed. UFSC. v. 1, 1994, 425 p.

BOGGIANI, P. C.; COIMBRA, A. M.; GESICKI, A. L.; SIAL, A. N.; FERREIRA, V. P.; RIBEIRO, F. B.; FLEXOR, J. M. 2002. Tufas Calcárias da Serra da Bodoquena, MS - Cachoeiras petrificadas ao longo dos rios. *In*: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (Ed.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1. p. 249-259, 2002.

BOIN, M. N.; ZANATTA, F. A. S.; CUNHA, C. M. L. Avaliação da morfometria do relevo da alta bacia hidrográfica do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP). **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, v. 2, p. 5-26, 2014.

BRUGNOLLI, R. M. **Procedimentos metodológicos para análise da vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas com um estudo de caso da bacia hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS em 2014**. 2016. 341 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Três Lagoas, 2016.

BRUGNOLLI, R. M. **Zoneamento Ambiental para o Sistema Cárstico da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Mato Grosso do Sul**. 2020. 403 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2020.

BRUGNOLLI, R. M.; BEREZUK, A. G.; SILVA, C. A. da. A Morfometria da Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso, um Sistema Cárstico do Mato Grosso do Sul/Brasil. **Revista Confins**, Paris, n. 40, p. 1-22, 2019.

BRUGNOLLI, R. M.; PINTO, A. L.; MIGUEL, A. E. S.; GOMES, W. M. Procedimentos metodológicos para a análise da erosividade em bacias hidrográficas: um estudo de caso da bacia hidrográfica do córrego Moeda, Três Lagoas/MS. **Revista da ANPEGE**, v. 12, p. 328-362, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo – USP. 1980, 149 p.

CPRM, COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. **Litologia e Recursos Minerais do estado de Mato Grosso do Sul**. Brasília, CPRM, 2006, 144 p.

- CUNHA, C. M. L. da. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001, 128 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências e Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- CUNHA, C. M. L.; PINTON, L. G. A Cartografia do Relevo como subsídio para a análise Morfogenética de Setor Cuestiforme. **Mercator**, Fortaleza, v. 12, n. 27, p. 149-158, jan./abr. 2013.
- DE BIASI, M. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. **Boletim de Geografia**, Instituto de Geografia. USP, n. 21, 1970.
- DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (Brasília - DF). **Região Centro-oeste**: carta topográfica. Brasília: Ministério do Exército, 1980.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, 2018, 353 p.
- ESRI 2011. **ArcGIS Desktop**: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- FERREIRA, M. V. **Contribuição metodológica ao estudo da dissecação e energia do relevo: proposta e avaliação de técnicas computacionais**. 2016. 230 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências e Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.
- GOMES, W. M. **Fragilidade potencial natural da bacia hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS**. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas, 2016.
- GRECHIA, L. **Dinâmica morfológica da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS**. 2011, 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Três Lagoas, 2011.
- KOHLER, H. C.; CASTRO, J. F. M. Geomorfologia cárstica. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da. **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, p. 339-350. 2009.
- LEITE, E. F.; ROSA R. Análise do uso, ocupação e cobertura das terras na bacia hidrográfica do rio Formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 4, n. 12, p. 90-106, dez. 2012.
- MAURO, C. A. *et al.* **Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis – SP**. In: Encontro de Geógrafos de América Latina, 3. Toluca, UAEM, v. 4, 1991.
- MENDES, I. A. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba – SP**. 1993. 156 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- PINTO, A. L., CARVALHO, E. M. de, SILVA, P. V. Contribuição do subsistema biofísico e sócio-produtivo no planejamento territorial e gestapo ambiental da bacia do Córrego Fundo. In: VI Encontro Nacional da ANPEGE. Fortaleza, 2005. **Anais [...]**. Fortaleza: UFC, 2005.
- RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

RODRIGUES, L. P.; Leite, E. F. Análise da Energia do Relevo e do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do córrego Acôgo, MS. **Terr@ Plural**, v. 15, p. 1–25, 2021.

SPIRIDONOV, A. I. **Principios de la metodologia de las investigaciones de campo y El mapeo geomorfológico**. 3 v. Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografía, 1981.

TRAVASSOS, L. E. P. **Principios de carstologia e geomorfologia cárstica**. Brasília: ICMBio/IABS, 2019.

TROPPIAIR, H. Estudo Comparativo de mapeamentos geomorfológicos. **Notícia Geomorfológica**. n. 10, p. 3-11, 1970.

USGS, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Sentinel 2A**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 15 maio 2016.

USGS, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **SRTM – Modelo Digital de Elevação**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 30 maio 2016.

ZAVATTINI, J. A. **Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul**. Geografia, Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 65-91, 1992.

Capítulo 10

A CARTOGRAFIA AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DO TERRITÓRIO: o caso da área de proteção ambiental de uso sustentável do Timburi

“A elaboração de documento cartográficos no âmbito da ciência geográfica, através do uso das geotecnologias, é uma das formas de representação dos fenômenos e elementos formadores do espaço geográfico, assim como dos processos e das dinâmicas naturais e sociais, responsáveis pela sua materialização.”

João Osvaldo Rodrigues Nunes

Melina Fushimi

Leonardo da Silva Thomazini

Leda Correia Pedro Miyazaki

A CARTOGRAFIA AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DO TERRITÓRIO: O CASO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE USO SUSTENTÁVEL DO TIMBURI

JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES

MELINA FUSHIMI

LEONARDO DA SILVA THOMAZINI

LEDA CORREIA PEDRO MIYAZAKI

INTRODUÇÃO

Historicamente, a realização de mapas é tão antiga quanto a humanidade, uma vez que antecede a escrita. À medida que os grupos humanos passam a se organizar coletivamente, as representações espaciais foram sendo criadas para demarcação dos seus grupos e territórios de caça. Ao longo do tempo histórico, essas representações e seus objetivos foram evoluindo em consonância com o desenvolvimento das sociedades (CASTRO; ARAÚJO, 2008).

A elaboração de documento cartográficos no âmbito da ciência geográfica, através do uso das geotecnologias, é uma das formas de representação dos fenômenos e elementos formadores do espaço geográfico, assim como dos processos e das dinâmicas naturais e sociais, responsáveis pela sua materialização.

Castro, Pedro Miyazaki e Mariotto (2022, p. 71) ressaltam que no contexto atual as geotecnologias envolvem técnicas, procedimentos que “são importantes instrumentos para subsidiar o diagnóstico ambiental de determinadas áreas, sendo uma das etapas mais significativas na elaboração de planos diretores, planos de manejo de unidades de conservação”, bem como na implantação de Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e de gestão do território.

Neste sentido, uma das técnicas mais utilizadas são os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) uma vez que é possível elaborar bancos de dados com uma série de

informações. Isso permite realizar diferentes combinações, cruzamentos, espacializações de diferentes temas, além de gerar cartas e mapas de vulnerabilidade.

Nos dias atuais, destaca-se a elaboração de mapas no contexto das geotecnologias, sendo estas constituídas pelo conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise, e oferta de informações com referência geográfica (ROSA, 2005).

Zaidan (2017) complementa que as geotecnologias são compostas por *hardware* (equipamentos), *software* (programas computacionais), *peopleware* (pessoal especializado, como geógrafos) e *dataware* (banco de dados). Ressalta-se que, dentre as geotecnologias, têm-se o Sensoriamento Remoto (SR), a Cartografia Automática ou Digital, o *Global Navigation Satellite System* (GNSS), a Aerofotogrametria, a Topografia e, sobretudo, no presente texto, o geoprocessamento.

A partir da segunda metade do século XX, o desenvolvimento da tecnologia da informática possibilitou o armazenamento e a representação de documentos cartográficos em ambiente computacional. Sob tais circunstâncias tem-se o surgimento do geoprocessamento que:

[...] denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. (CÂMARA; DAVIS, 2001, p. 2).

Essa disciplina tem sido incorporada gradativamente na Geografia brasileira, a princípio, na década de 1980 e, em especial, após 1990, com o surgimento de alternativas menos onerosas de *hardwares* e *softwares*, além de *datawares*, isto é, banco de dados geográficos (CÂMARA; DAVIS, 2001).

Neste sentido, o geoprocessamento é constituído pelo conjunto de ferramentas computacionais denominadas Sistemas de Informação Geográfica, em que “[...] permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.” (CÂMARA; DAVIS, 2001, p. 2).

Sob esse contexto, a partir de técnicas de geoprocessamento, e em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, o presente texto trata da elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares na Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, localizado no município de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

METODOLOGIA

O mapa resultou da correlação entre as variáveis da paisagem (geomorfologia, geologia, clinografia, escoamento superficial, curvatura do terreno, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal), espacializadas em mapas temáticos, e incluídos nos Planos de Informações (PIs).

Utilizou-se a ferramenta de apoio “Suporte à Decisão AHP (Processo Analítico Hierárquico)”, cuja finalidade é “[...] organizar e estabelecer um modelo racional de combinação de dados” (CÂMARA *et al.*, 1996, não paginado). Os atributos geomorfologia, geologia, clinografia, escoamento superficial, curvatura do terreno, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal foram analisados e comparados dois a dois, de acordo com a escala pré-definida pelo programa e com base em Câmara *et al.* (2001).

Nesse sentido, o valor 1 é atribuído quando os dois fatores possuem o mesmo nível de importância. No valor 9, um fator é extremamente mais importante que o outro. No presente trabalho, optou-se pelo valor intermediário 2 para que a razão de consistência esteja próxima de 0,1, índice aconselhável pelos especialistas em AHP, conforme afirma Câmara *et al.* (1996).

Como resultado, gerou-se uma base de programação em linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) no formato do SPRING 5.2®. “Um programa em LEGAL consiste em uma sequência de operações descritas por sentenças organizadas segundo regras gramaticais, envolvendo operações, funções e dados espaciais [...]” (CÂMARA *et al.*, 1996, não paginado). Quanto maior a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares, mais próximo de 1,0.

O procedimento final consistiu no fatiamento MNT (Modelo Numérico de Terreno), onde foram estabelecidas as quatro classes temáticas (baixa, média, alta, e muito alta vulnerabilidade).

As classes temáticas foram atribuídas com base nos trabalhos de Tricart (1977), especificamente os meios morfodinâmicos estáveis, intergrades e fortemente instáveis, e Ross (2006), realizando-se adaptações para as características ambientais da área de estudo. Por fim, foram levantados pontos representativos de amostragem em trabalhos de campo buscando inter-relacionar os elementos da paisagem e sua vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares.

Enfim, vale destacar que os trabalhos de campo também foram realizados com o intuito de verificar e reambular as informações mapeadas.

VULNERABILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS EROSIVOS LINEARES

No Brasil, face aos problemas ambientais decorrentes das práticas econômicas predatórias, ao desperdício dos recursos naturais, e à degradação generalizada, Ross (1994) evidencia a importância de um planejamento territorial ambiental que leve em consideração não somente o desenvolvimento econômico e tecnológico, como também as potencialidades dos recursos, e as fragilidades dos ambientes naturais, em função das distintas inserções da sociedade na natureza.

Em consonância com Pedro Miyazaki (2014), Fushimi (2012), e Fushimi e Nunes (2018), a fragilidade ambiental procura avaliar o estado de equilíbrio dinâmico dos processos naturais (como solo, relevo, rocha, cursos d'água e vegetação) e está atrelada à vulnerabilidade ambiental, a qual se diferencia da fragilidade pela incorporação da ação da sociedade por intermédio dos usos da terra.

Considerando os agentes morfodinâmicos e a forma como atuam na paisagem, a vulnerabilidade ambiental pode ser definida como sendo o “grau de exposição de determinado ambiente estar sujeito a diferentes fatores que podem acarretar efeitos adversos, tais como impactos e riscos, derivados ou não de atividades econômicas” (SANTOS; SOUZA, 2005, sem página). A análise da vulnerabilidade ambiental em uma determinada paisagem deve considerar aspectos que envolvem a litologia, o relevo, os

solos, o uso e a cobertura vegetal, podendo ser incorporadas outras variáveis a essa análise integrada.

Vários estudos sobre vulnerabilidade ambiental têm se dedicado a compreender as características e inter-relações entre os elementos físicos que compõem uma paisagem, levando em consideração a ação da sociedade por meio dos usos da terra. A relação sociedade e natureza tem acelerado processos naturais, provocando o rompimento do equilíbrio dinâmico, como os processos erosivos.

A estes, Ross (2006) salienta que:

A ação humana, ao apropriar-se do território e de seus recursos naturais, causa grandes alterações na paisagem natural com um ritmo muito mais intenso que aquele normalmente produzido pela natureza. As intervenções humanas alteram as intensidades dos fluxos energéticos e, com isso, geram impactos na natureza. (ROSS, 2006, p. 53).

Weill e Pires Neto (2007) enfatizam que a erosão é resultante de um processo natural de esculturação da superfície terrestre e tem atuado há milhões de anos, contribuindo para a formação de solos aluviais e das rochas sedimentares. Nas últimas décadas, os usos da terra, atrelados à ausência de políticas públicas e projetos que envolvem as práticas de manejo e conservação do solo, conduzidos pelo modo de produção capitalista, têm desconsiderado as fragilidades intrínsecas das paisagens, contribuindo para a intensificação dos processos erosivos.

Diante dessas considerações, “[...] a relação sociedade e natureza apresenta-se materializada nas paisagens em diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental à ocorrência de manifestações erosivas.” (FUSHIMI, 2016, p. 22). A autora ainda aponta que a interconexão entre as relações que envolvem a sociedade e natureza advém de encadeamentos complexos entre aspectos físicos, tais como: relevo; declividade; solos; substrato rochoso; cobertura vegetal e curvatura da superfície. Além de considerar aspectos resultantes da ação da sociedade, sendo o principal o uso da terra.

A materialização disso pode ser observada na paisagem, que, após uma análise integrada e subsidiada por uma representação cartográfica temática, espacializa as áreas com diferentes níveis de vulnerabilidade aos processos erosivos laminares e ou lineares.

Somente a título de exemplo, as características físicas de uma área que possui um solo arenoso, com a presença de vertentes côncavas e declividades acentuadas, vinculadas à presença de uma cobertura da terra de gramíneas e uso voltado para a prática da pecuária, sem um manejo do solo adequado, viabilizam a manifestação de erosões lineares (FUSHIMI, 2016).

Com base em Cutter (1996) e Almeida (2010), o conceito de vulnerabilidade refere-se ao “potencial de perda” (*potential for loss*). No caso deste trabalho, a concepção de vulnerabilidade refere-se ao potencial de perda de solo pela erosão, materializado no ambiente sob a forma de sulcos, ravinas e voçorocas. Perante o fato de que os usos da terra são cada vez mais intensos, como a pastagem em diversas áreas do território brasileiro, incluindo a APA do Timburi, grande parte dessas feições erosivas lineares são acentuadas e/ou desencadeadas pelas práticas sociais, configurando-se em erosão acelerada.

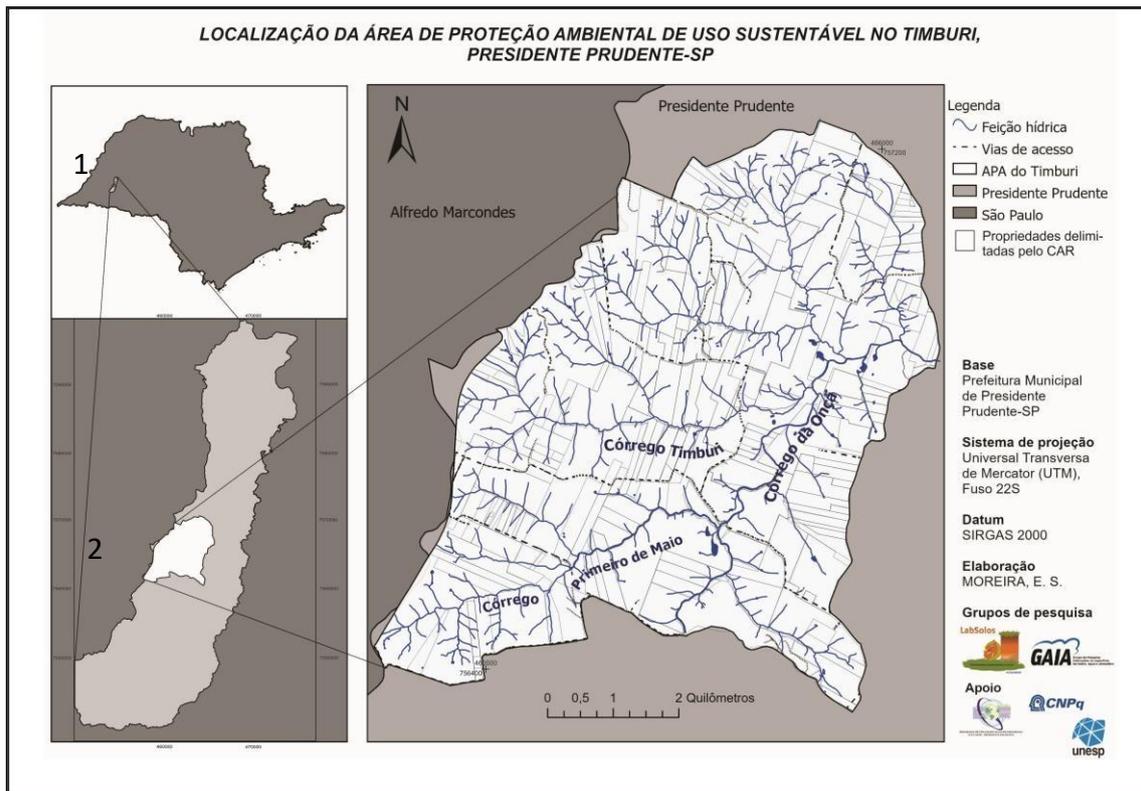
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE USO SUSTENTÁVEL NO TIMBURI (APA DO TIMBURI)

A Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi (APA do Timburi) é a primeira APA criada em Presidente Prudente, cujo município situa-se no Extremo Oeste do estado de São Paulo, Brasil, com coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) aproximadas de 462152,17 mE e 7567127,68 mS (Figura 1).

Historicamente, o surgimento da referida APA ocorreu após um longo e conflituoso debate, sobre a instalação de um projeto de aterro sanitário em uma área localizada próxima à comunidade de proprietários rurais do Timburi, denominada de Fazenda Santa Apolônia. No início de 2019, foi promulgada a Lei Complementar nº 235/2019 que dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Timburi (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

A área total da APA tem 4.608,2 hectares, com o predomínio de pastagem em sua maior parte, sendo observadas as maiores ocorrências de processos erosivos nas cabeceiras de drenagens, em forma de anfiteatro, nas vertentes com declividades elevadas, e nos terraços e planícies aluviais.

Figura 1 - Localização da APA do Timburi no município de Presidente Prudente, SP.



Fonte: autores (2022).

Foram identificados 127 fragmentos de matas remanescentes, compreendendo uma área de 518,12 há, ou 11,24%. Conforme Donaton (2013), a área da APA do Timburi engloba, além do Bairro do Timburi, também o Bairro do 1º de Maio, possuindo em torno de 82 produtores rurais. A economia da APA é baseada na agropecuária, com predomínio de pecuária de corte e leiteira e produção de hortaliças, frutas e batata-doce.

Morfologicamente, na área de estudo predominam as colinas de topos menores, com vertentes convexas e côncavas, e várias cabeceiras de drenagem com amplos anfiteatros, onde ocorre o afloramento dos arenitos da Formação Adamantina (IPT, 1981) e, conseqüentemente, a surgência do aquífero freático suspenso. De modo geral, as vertentes estão muito degradadas por processos erosivos lineares e laminares, tendo os córregos Timburi e Primeiro de Maio como principais cursos d'água, sendo estes afluentes do Córrego da Onça. No total, a rede de drenagem apresenta 118, 89 km de extensão.

A expansão dos processos erosivos na área de estudo, em decorrência das formas inapropriadas de uso da terra, tem gerado sérios problemas sociais e ambientais, pois muitos aspectos de sua qualidade são influenciados pelo uso que é feito do solo na área. Dentre os problemas ambientais, destaca-se o intenso assoreamento dos cursos d'água, com conseqüente comprometimento da qualidade e da quantidade das águas (NUNES, 2021).

De acordo com Zanzarini e Rosolen (2009), os estudos para recuperação de matas de encostas e ciliares, em área com existência de nascentes, vêm sendo elaborados de forma mais intensiva nas últimas décadas, devido ao conhecimento da importância desta paisagem pela comunidade científica, e pelo fato de que cada trabalho de recuperação ambiental é um relato ímpar devido à complexidade dos ambientes tratados.

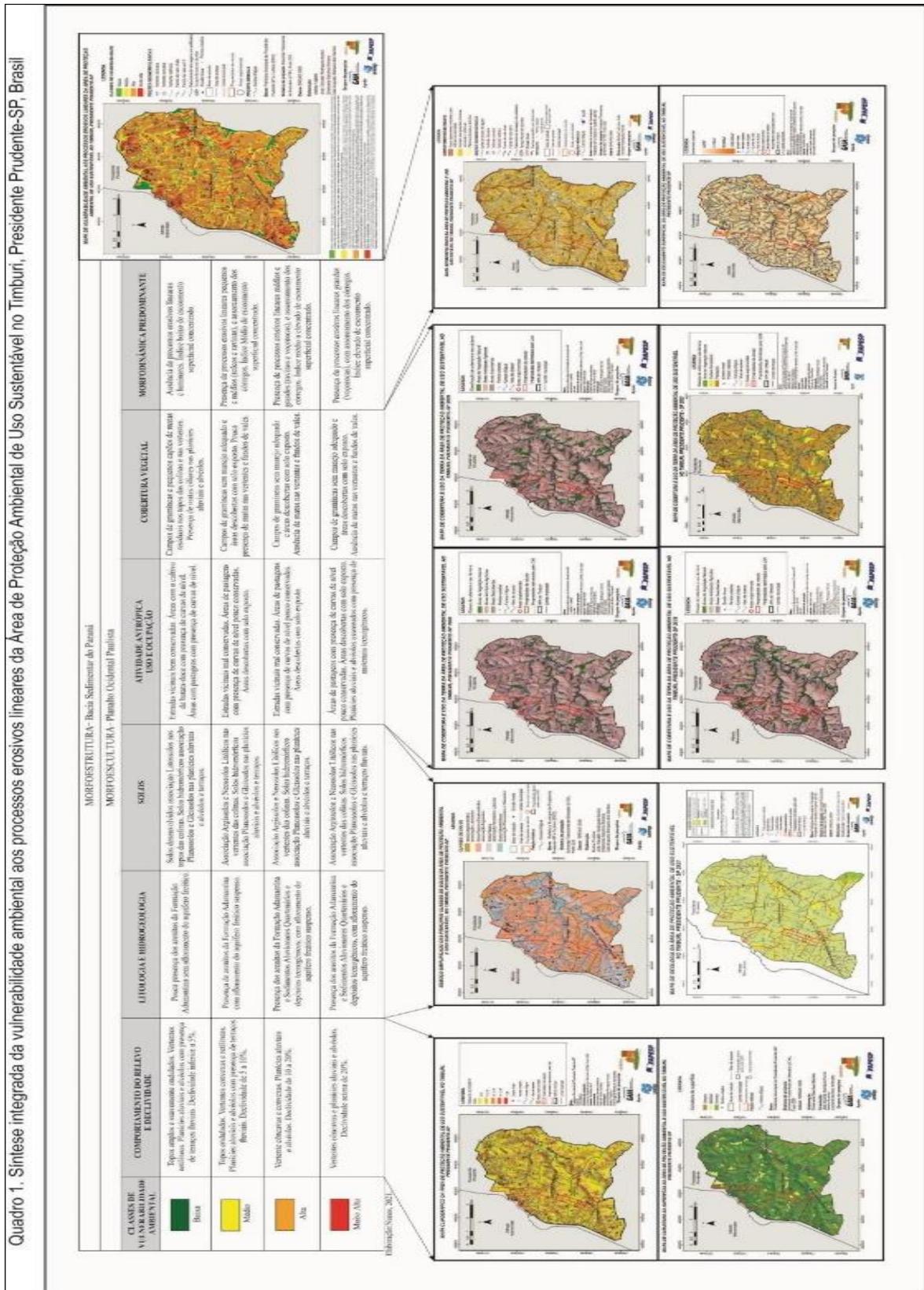
As diversas alterações ambientais ocorridas na APA do Timburi (NUNES, 2021) são identificadas no Mapa de Vulnerabilidade Ambiental aos Processos Erosivos Lineares da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente - SP (FUSHIMI, 2012), cujos níveis de vulnerabilidade predominantes são de baixa a muito alta intensidade aos processos erosivos lineares.

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS EROSIVOS LINEARES DA APA DO TIMBURI

Para a análise integrada das informações relacionadas aos fatores naturais e históricos, foi elaborado o Quadro 1, mostrando os diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares existentes no espaço geográfico da APA do Timburi, bem como suas principais características, sendo elas:

- descrição das morfologias dos compartimentos de relevo dos topos e vertentes das colinas, das planícies aluviais e terraços, e seus respectivos graus de declividades;
- formações geológicas e as características hidrogeológicas;
- relação dos tipos de solos com os compartimentos de relevo;
- diversos usos da terra;
- tipo de cobertura vegetal;
- processos morfodinâmicos predominantes.

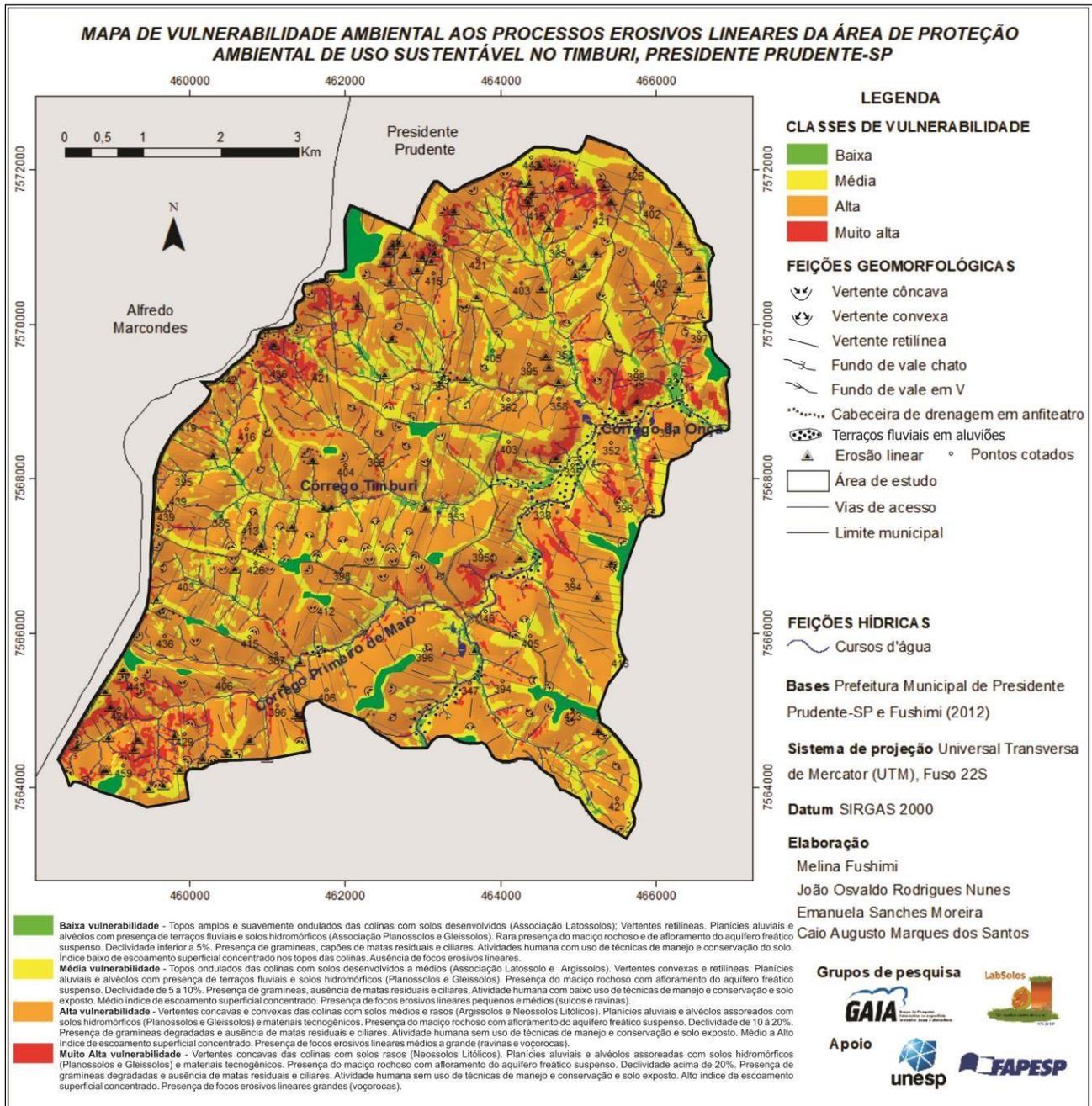
No Quadro 1, também são apresentados os mapas temáticos de geomorfologia, geologia, clinografia, escoamento superficial, curvatura do terreno, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal, sendo inseridos os limites das 82 propriedades rurais presentes na APA.



A espacialização dos 4 níveis de vulnerabilidade (baixo, médio, alto, e muito alto) pode ser visualizada no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares da APA do Timburi, Presidente Prudente-SP, Brasil (Figura 2).

Dessa forma, as classes de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares da área de estudo apresentam as seguintes características:

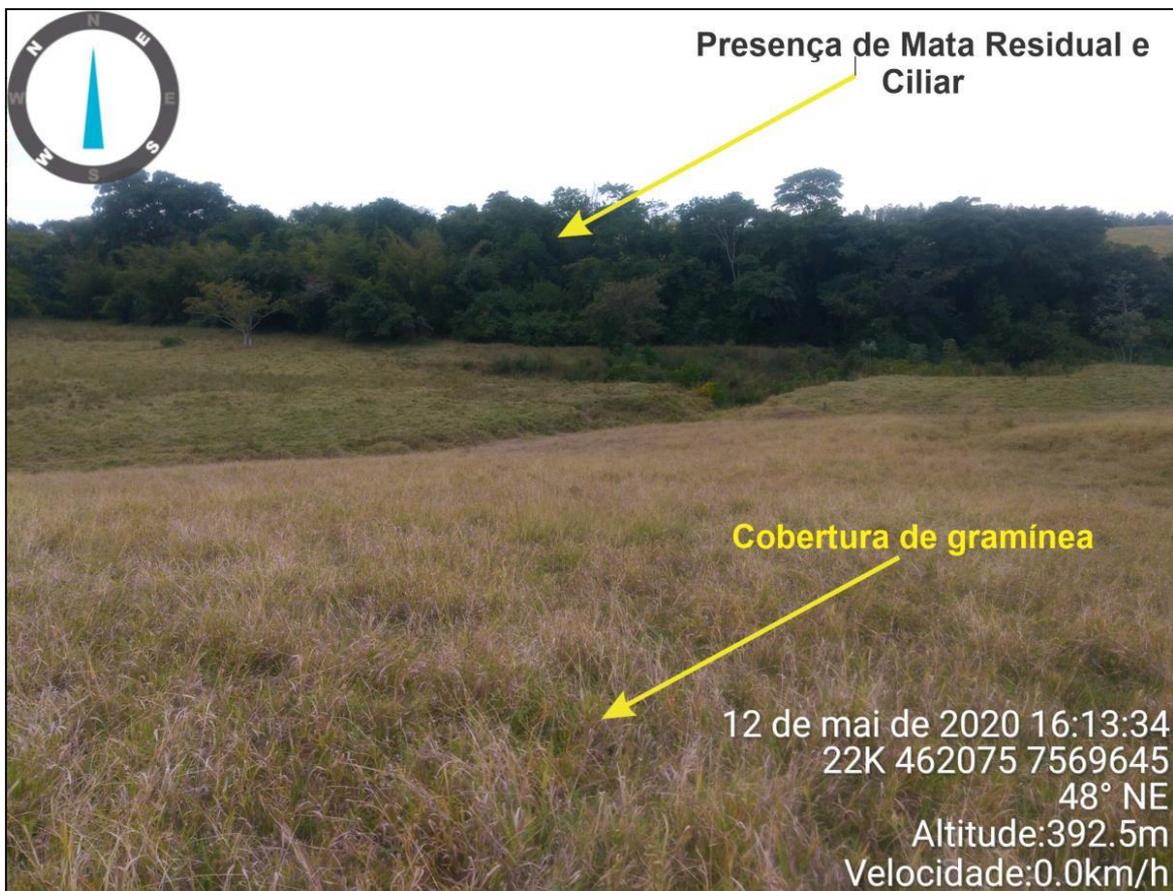
Figura 2 - Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares da APA do Timburi, Presidente Prudente-SP, Brasil.



Fonte: autores (2022).

Baixa Vulnerabilidade e meios morfodinâmicos estáveis: topos amplos e suavemente ondulados das colinas com solos desenvolvidos (associação latossolos); vertentes retilíneas; planícies aluviais e alvéolos com presença de terraços fluviais e solos hidromórficos (associação planossolos e gleissolos); rara presença do maciço rochoso, e de afloramento do aquífero freático suspenso; declividade inferior a 5%; presença de gramíneas, capões de matas residuais e ciliares; atividades humanas com o uso de técnicas de manejo e conservação do solo; baixo índice de escoamento superficial concentrado nos topos das colinas; e, ausência de focos erosivos lineares (Figura 3).

Figura 3 - Baixa vulnerabilidade ambiental.

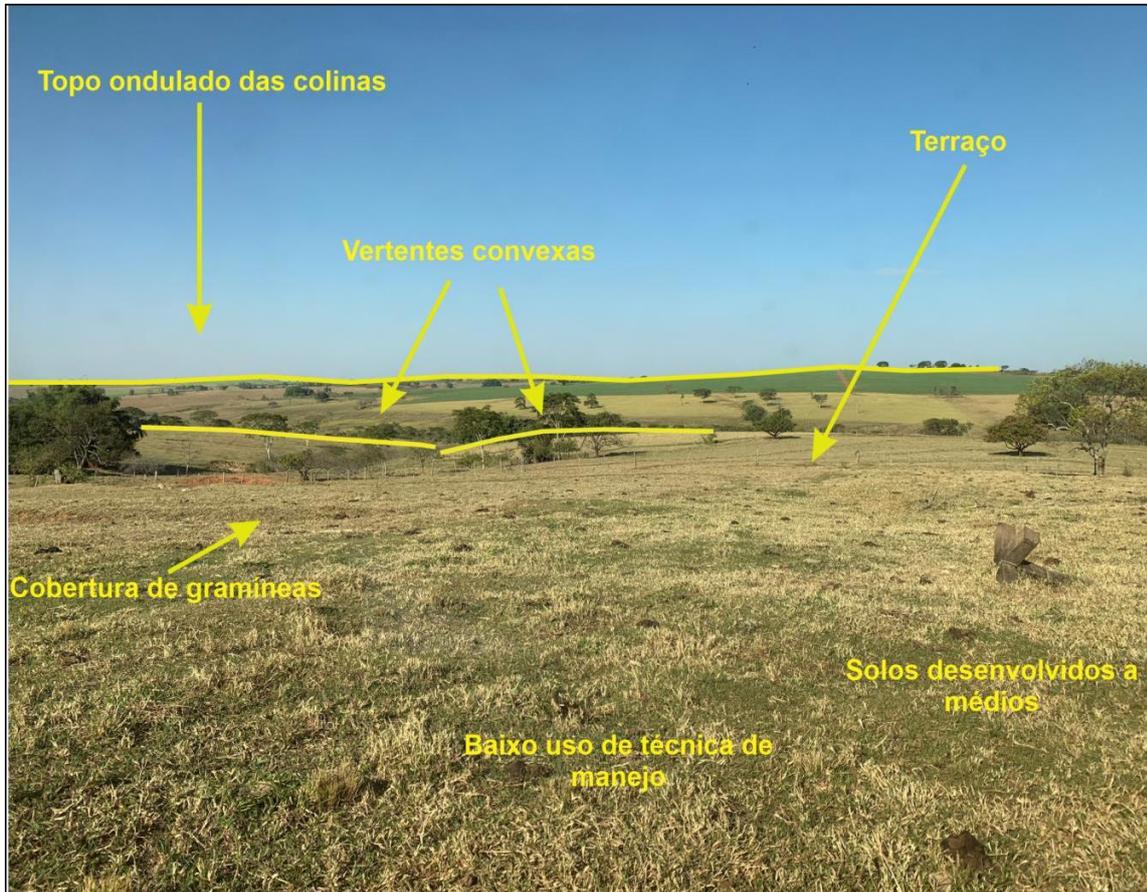


Fonte: autores (2022).

Média Vulnerabilidade e meios morfodinâmicos intergrades: topos ondulados das colinas com solos desenvolvidos a médios (associação latossolo e argissolos); vertentes convexas e retilíneas; planícies aluviais e alvéolos com presença de terraços fluviais e solos hidromórficos (planossolos e gleissolos); presença do maciço rochoso com afloramento do aquífero freático suspenso; declividade de 5 a 10%; presença de gramíneas, ausência de matas residuais e ciliares; atividade humana com baixo uso de

técnicas de manejo e conservação e solo exposto; médio índice de escoamento superficial concentrado; e presença de focos erosivos lineares pequenos e médios (sulcos e ravinas) (Figura 4).

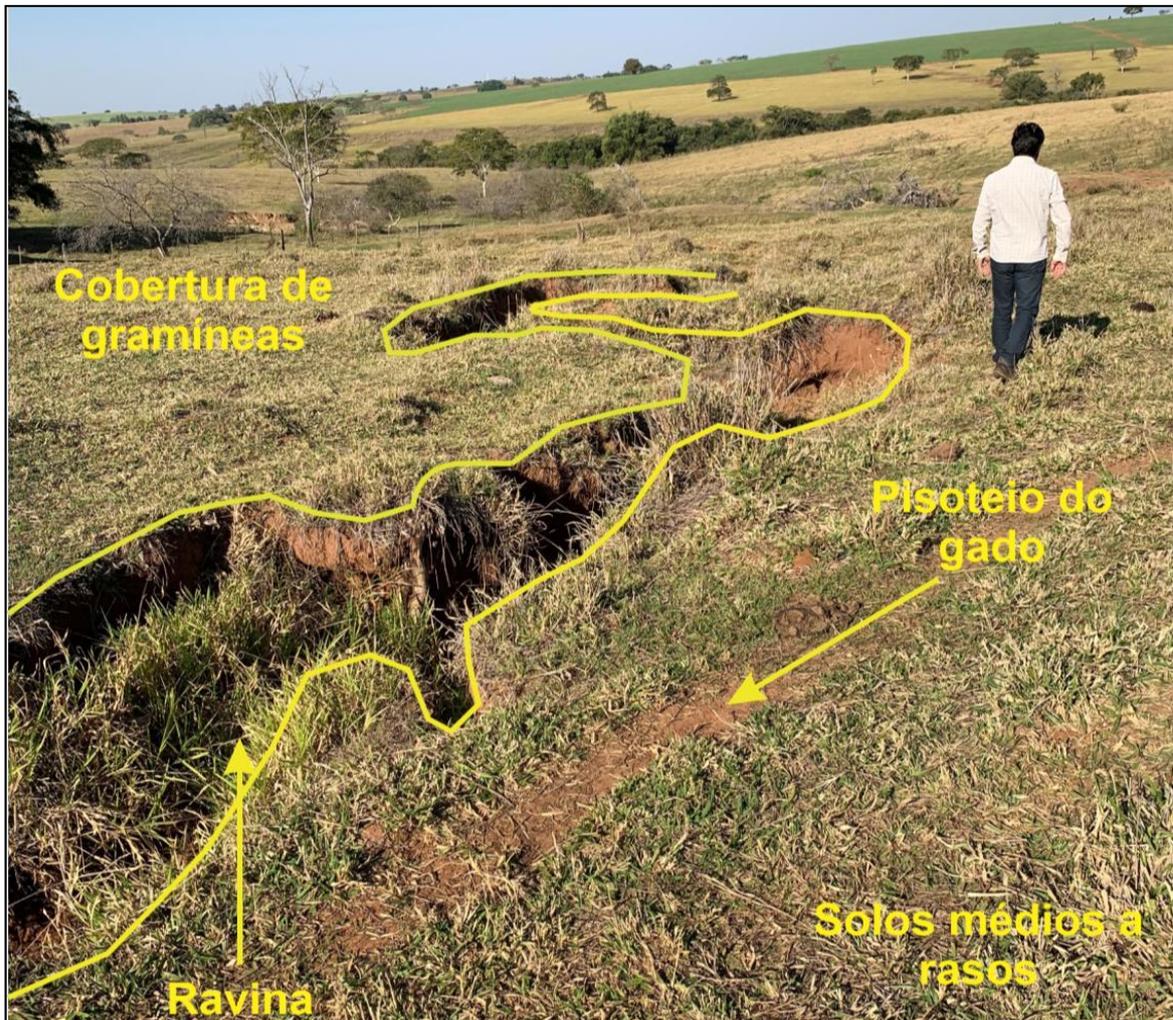
Figura 4 - Média vulnerabilidade ambiental.



Fonte: autores (2022).

Alta Vulnerabilidade e meios morfodinâmicos intergrades: vertentes côncavas e convexas das colinas, com solos médios e rasos (argissolos e neossolos litólicos); planícies aluviais e alvéolos assoreados com solos hidromórficos (planossolos e gleissolos), e materiais tecnogênicos; presença do maciço rochoso com afloramento do aquífero freático suspenso. declividade de 10 a 20%; presença de gramíneas degradadas e ausência de matas residuais e ciliares; atividade humana sem uso de técnicas de manejo e conservação e solo exposto; médio a alto índice de escoamento superficial concentrado; e presença de focos erosivos lineares médios a grandes (ravinas e voçorocas) (Figura 5).

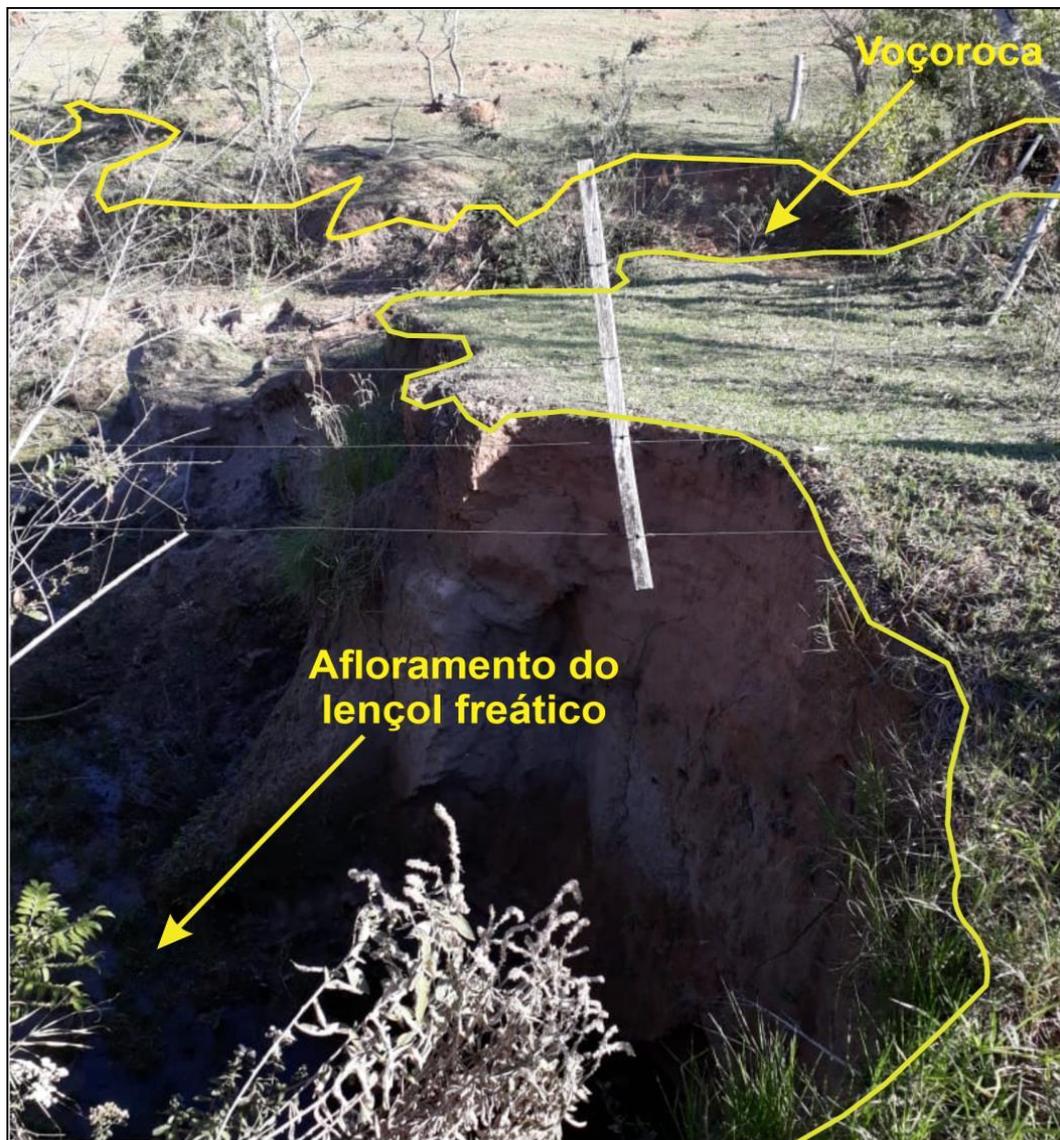
Figuras 5 - Alta vulnerabilidade ambiental.



Fonte: autores (2022)

Muito Alta Vulnerabilidade e meios morfodinâmicos fortemente instáveis: vertentes côncavas das colinas com solos rasos (neossolos litólicos); planícies aluviais e alvéolos assoreados com solos hidromórficos (planossolos e gleissolos) e materiais tecnogênicos; presença do maciço rochoso com afloramento do aquífero freático suspenso; declividade acima de 20%; presença de gramíneas degradadas e ausência de matas residuais e ciliares; atividade humana sem uso de técnicas de manejo e conservação e solo exposto; alto índice de escoamento superficial concentrado; e presença de focos erosivos lineares grandes (voçorocas) (Figura 6).

Figuras 6 - Muito Alta vulnerabilidade ambiental.



Fonte: autores (2022).

Dessa forma, as inter-relações entre as variáveis geomorfologia, geologia, clinografia, escoamento superficial, curvatura do terreno, classes de solos, uso da terra e cobertura vegetal e, por conseguinte, diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares foram espacializadas em ambiente SIG, cujos documentos cartográficos subsidiaram a análise da paisagem da área de estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise integrada das variáveis sociais e naturais, identificou-se que o espaço geográfico da APA, semelhante a outros locais do município de Presidente Prudente, passaram nos últimos 100 anos por profundas alterações na sua cobertura vegetal nativa, outrora constituída na sua maior parte por Floresta Estacional Semidecidual (Bioma Mata Atlântica) e de cerrados. Estas alterações levaram a um severo quadro de **vulnerabilidades ambientais**, em que foram mapeadas 78 erosões de média a grande porte, identificadas como ravinas ou voçorocas.

Observou-se, também, que os processos erosivos ocorrem com maior ênfase nas áreas antrópicas com atividades agropecuárias que ocupam 70,51% da APA; nos setores de declividades com valores de 5% a 10% e de 10% a 15%, ocupando 42,3% e 28,2%, respectivamente, da área da APA; geralmente próximos às nascentes dos cursos d'água, no norte, noroeste, e sudoeste da APA, bem como em vertentes côncavas, formando 61,54% da área.

Estas alterações ambientais sem a implementação de técnicas conservacionistas levaram algumas áreas da APA ao surgimento de um sério quadro de degradação ocasionado pelos processos erosivos.

Do ponto de vista geomorfológico, a maior parte do relevo da APA, especialmente nos setores Norte, Oeste e Sudoeste, onde identificou-se os maiores níveis de **vulnerabilidade ambiental muito alta e alta**, apresenta rugosidade topográfica média, sendo de colinas menores, topos convexos, com predomínio de declividades de 10 a 15%, e vertentes convexas e retilíneas, sendo que as côncavas são mais preponderantes nos setores de cabeceiras de drenagem em anfiteatros, vinculados aos canais de primeira ordem fluvial. Isto se reflete nas densidades de drenagem médias, com padrões dendríticos, dimensões interfluviais menores e morfologias de fundos vales encaixados em "V". Nestas formas de relevos são predominantes os argissolos vermelhos e os neossolos litólicos, com classes texturais areia e areia-franca, e presença de mais de 700 g.kg⁻¹ da fração areia.

Já nos setores Centro e Leste, onde apresentam predomínio dos níveis de **vulnerabilidade média a baixa**, possui baixa rugosidade topográfica, com colinas

maiores de topos amplos e aplanados, associados a vertentes longas e retilíneas, predominando declividade entre 5 a 10%, densidades de drenagem esparsa e amplas dimensões interfluviais, com presenças de planícies e terraços fluviais em aluviões com morfologias de fundo de vale chato. São as áreas com as menores presenças de processos erosivos. Predominam os latossolos vermelhos e argissolos vermelhos com textura franco-arenosa.

Já nas planícies e terraços fluviais predominam os sedimentos aluvionares (Qa) constituídos por areias e coberturas arenosas recentes (IPT, 1981). São ambientes com nível **alto a muito alto de vulnerabilidade ambiental**, devido, principalmente, ao histórico de desmatamento, com a retirada das matas ciliares, e uso intensivo da terra para a agricultura e pecuária.

A formação de erosões em solos hidromórficos (planossolos e gleissolos) gera intensos processos de assoreamentos nos corpos d'água. Além disso, observou-se a presença de artefatos tecnogênicos de origem humana (pneus, sacos plásticos, garrafas pets, vidros, restos de materiais de construção etc.) que, ao se degradarem acentuam a contaminação das águas superficiais e de subsuperfície.

Por fim, a elaboração de um mapa com o uso de técnicas de geoprocessamento indicando as classes de vulnerabilidade ambiental, associado a trabalhos de campo, possibilitou a identificação dos agentes responsáveis pelos processos erosivos, cuja espacialização aponta às áreas que apresentam riscos ao avanço das erosões laminares e lineares, e, conseqüentemente, da degradação dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos**: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. 278 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. *In*: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001, p. 2-6.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J.; MITSUO II, F. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, New York, v. 20, n. 3, p. 395-403, may/jun. 1996.

CARVALHO, E. A. de; ARAÚJO, P. C. de. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas**. Natal: EDUFERN, 2008.

CASTRO, J. A.; PEDRO MIYAZAKI, L. C.; MARIOTTO, G. O uso de Geotecnologias na elaboração de mapeamentos geomorfológicos de grandes escalas: o caso do Parque do Goiabal - Município de Ituiutaba/MG. *In*: MARINHO, A. S.; SILVA, G. de C.; CAETANEO, A. N. G.; SERRA, L. A.; SOPCHAKI, C. H.; RABELO, F. D. B. (org.). **Coletânea II** [recurso eletrônico]: planejamento e gestão territorial em suas diversas amplitudes. São Luís: EDUFMA, 2022.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, n. 20, 4, p. 529-539, 1996.

DONATON, G. **Estratégias de reprodução social e econômica em pequenas unidades produtivas rurais**: o caso dos Bairros Rurais 1º de maio/Timburi e Ponte Alta/córrego da Onça no município de Presidente Prudente (SP). 2013, 112 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP**. 2012, 141 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares das paisagens de parte dos municípios de Marabá Paulista (SP) e Presidente Epitácio (SP)**, Brasil. 2016, 200 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares das paisagens de parte dos municípios de Marabá Paulista (SP) e Presidente Epitácio (SP), Brasil. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia** (Anpege), v. 14, n. 23, p. 5-27, jan./abr. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Mapa Geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000. São Paulo: IPT, vol. I, 1981 (Publicação IPT 1184).

NUNES, J. O. R. Recuperação de áreas degradadas da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente – SP. **Relatório Final do Projeto Regular FAPESP** (Processo: 2019/12164-4), p. 54, 2021.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. **Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: análise dos impactos e da vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente/SP e Marília/SP**. 2014, 265 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

PRESIDENTE PRUDENTE. Lei Complementar no 235, de 13 de março de 2019. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Timburi, e dá outras providências. **Leis e Decretos Municipais**, Presidente Prudente, 2019.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia Aplicada**. Revista do Departamento de Geografia, v. 16, p. 81-90, 2005.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Rev. do Departamento de Geografia – FFLCH-USP, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006, 208 p.

SANTOS, J. de O.; SOUZA, M. J. N. de. Compartimentação Geoambiental e Riscos à Ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó. *In*: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Anais [...]**. [CD-ROM]. São Paulo, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977, 91 p.

WEILL, M. A. M.; PIRES NETO, A. G. Erosão e Assoreamento. *In*: SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007, p. 39-58.

ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento: conceitos e definições**. Revista de Geografia – PPGEO – UFJF, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p. 195-201, 2017.

ZANZARINI, R.M.; ROSOLEN, V. Mata ciliar e nascente no Cerrado brasileiro: análise e recuperação ambiental. *In*: 12 ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA (EGAL). **Anais [...]**. Montevideu, Uruguai, 2009. Disponível em: <http://observatoriogeografico.americalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/72.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2015.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de expressar sua gratidão à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio e financiamento do Projeto Regular FAPESP RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE USO SUSTENTÁVEL NO TIMBURI, MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE – SP (Processo 2019/12164-4).

Capítulo 11

APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS PARA A CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO MEIO FÍSICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NIOAQUE (MS)

“Estudos da configuração espacial da paisagem em bacias hidrográficas assumem papel importante no planejamento territorial por englobar, de forma sistêmica, os aspectos naturais e antrópicos.”

Emerson Figueiredo Leite

Elisângela Martins de Carvalho

APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS PARA A CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO MEIO FÍSICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NIOAQUE-MS

EMERSON FIGUEIREDO LEITE

ELISÂNGELA MARTINS DE CARVALHO

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica tem sua área definida pela topografia do relevo e drenada por uma série de canais hidrográficos conectados, o que nos leva a entendê-la como um sistema aberto, com trocas constantes de energia e matéria. Em seu interior, os elementos sociais, econômicos e ambientais se influenciam mutuamente.

Podemos afirmar que são unidades espaciais fundamentais para o planejamento ambiental, frente à pressão cada vez mais intensa sobre os recursos nelas encontrados e explorados pelas atividades antrópicas. Essa intensificação dos processos produtivos tem, conseqüentemente, impactado em maior ou menor grau as áreas ocupadas. A supressão da vegetação (desmatamento e queimadas) e a erosão do solo estão entre os principais impactos. A manutenção dos sistemas produtivos pressupõe manter a integridade funcional das bacias hidrográficas. Por isso a necessidade de um caráter integrador nas diversas abordagens que adotam esta unidade de pesquisa, planejamento e gestão.

A degradação ambiental provocada pelo uso desordenado do espaço constitui-se em problema relevante para a ciência geográfica, afirmam Cunha e Mendes (2005). Já na última década do século XX este tema ganha notoriedade junto à opinião pública, uma vez que os recursos naturais são finitos e que as atividades antrópicas comprometem sua qualidade e disponibilidade para o futuro das novas gerações (Almeida *et al.*, 2013).

Estudos da configuração espacial da paisagem em bacias hidrográficas assumem papel importante no planejamento territorial por englobar, de forma sistêmica, os aspectos naturais e antrópicos. A interpretação e a classificação da paisagem segundo integridades homogêneas e heterogêneas é um requisito indispensável à solução de muitos problemas geográficos, já que a presença antrópica promove a alteração dos sistemas naturais a partir das concentrações urbanas, atividades industriais e agrícolas (Oliveira; Marques Neto, 2013).

A bacia hidrográfica como unidade de planejamento, propõe uma visão abrangente, visando a otimização de recursos naturais e a garantia dos múltiplos usos da água, incluindo, em seu plano, participação de usuários, instituições do poder público, de pesquisa, e organizações não governamentais. A relevância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento está no fato de que a mesma é um sistema natural, de delimitação geográfica, com fenômenos integrados, sendo uma unidade espacial de simples reconhecimento e caracterização (Philippi Jr.; Sobral, 2019).

Mendonça e Santos (2006) explicam que os trabalhos que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de análise objetivam, principalmente, a realização de diagnósticos ambientais, a identificação e delimitação das diferenciações espaciais, no intuito de orientar o planejamento.

A Bacia Hidrográfica aparece como unidade a ser considerada quando se almeja a conservação de recursos hídricos, e demais componentes desse sistema natural (Almeida *et al.*, 2013). A caracterização morfométrica, aliada a documentos temáticos e informações sobre os demais atributos físicos, permitem a identificação das fragilidades apresentadas pelas características físicas da área analisada (Cunha & Mendes, 2005).

O Diagnóstico Ambiental é a primeira etapa do Planejamento Ambiental, obtido através da caracterização fisiográfica, socioeconômica e das práticas de uso e manejo utilizados na bacia (Almeida *et al.*, 2013). A forma como temos enfrentado os problemas ambientais e da degradação da natureza tem comprometido o estado de equilíbrio do ambiente e, conseqüentemente, dos recursos hídricos. A visão integrada de bacia hidrográfica é fundamental para a construção do planejamento ambiental (Soares; Leal, 2017).

Neste contexto, o campo das geotecnologias, das tecnologias de detecção remota e processamento digital de imagens facilitam enormemente as representações da arquitetura da paisagem, abrem possibilidades de adoção de diferentes alternativas gráficas, além da rápida atualização de informações. Estas tecnologias/técnicas/ferramentas possibilitam, também, analisar e comparar dados de mapas temáticos, incluindo análises geoestatísticas e geração rápida de novos mapas a partir da combinação de mapas já armazenados (Ferreira, 2010).

Em relação aos aspectos físicos, para Mezzomo *et al.* (2014), o conhecimento das características geoecológicas constitui uma forma direta para compor o conjunto de informações, que posteriormente irão subsidiar o planejamento das ações e das atividades desenvolvidas.

Além de mapas e imagens orbitais, soma-se à análise geoecológica da paisagem, conforme Oliveira e Marques Neto (2013), a aplicação e confecção de perfis geoecológicos como subsídio à análise e classificação sistêmica. Estes perfis, dizem os autores, nos auxiliam nos estudos da morfologia, da estrutura e conexões entre os diferentes elementos formadores da paisagem, tanto no plano vertical como horizontal.

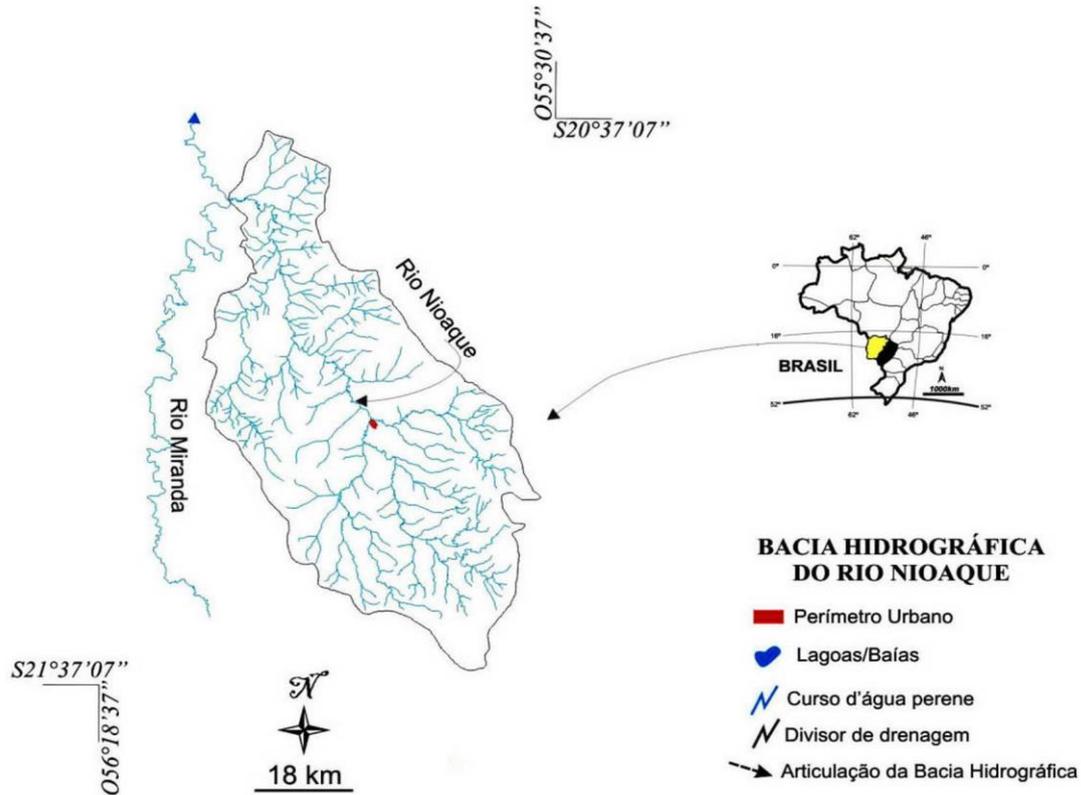
Jansen (2014) ressalta que o perfil geoecológico permite uma leitura integrada dos elementos da paisagem, e pode auxiliar em ações de planejamento e monitoramento. Para Mezzomo *et al.* (2014), o perfil geoecológico é a técnica de interpretação integrada das características ambientais de determinada paisagem, onde é possível representar cartograficamente secções de determinada área e fazer correlações entre os geoelementos de interesse (topografia, vegetação, pedologia, estrutura geológica etc.) representados por transectos que compõem o perfil.

Dentro deste contexto, o objetivo deste artigo é a caracterização do meio físico da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS, aplicando técnicas de mapeamento.

ÁREA, MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque está localizada no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, situada entre os paralelos de 20°35'S e 21°35'S e meridianos 55°30'O e 56°10'O. Possui uma área de aproximadamente 3.256 km² (Figura 1) correspondendo a áreas dos municípios de Nioaque, Anastácio e Maracaju.

Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque (MS): localização da área de estudo, 2020.



Fonte: autores.

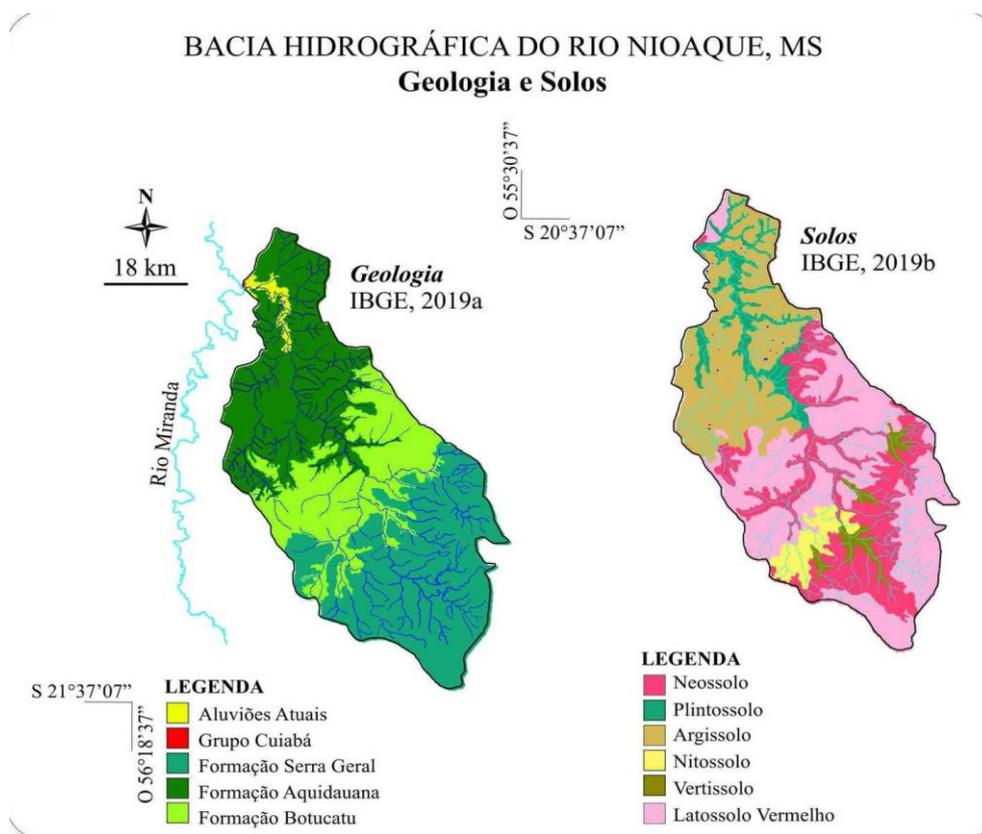
Conforme Pereira (2007), o clima da região é tropical seco e megatérmico, Aw, segundo a classificação de Köppen, com estação seca definida. A temperatura média anual é de 23,3 °C e precipitação média anual é de 1.126 mm.

Esta bacia está localizada numa região de relevante interesse econômico e ambiental, na transição geomorfológica do Planalto Maracaju-Campo Grande, para a Depressão do Rio Paraguai, onde as atividades do setor produtivo ligadas à agropecuária e ao turismo se desenvolvem e alteram a paisagem local.

Para a elaboração desta pesquisa, compilou-se os mapas temáticos de geologia (Brasil, 2020) e solos (Brasil, 2020), apresentados na Figura 2. Aspectos geomorfológicos são apresentados na Figura 3. A classificação geomorfológica para a área da bacia foi compilada do IBGE (Brasil, 2020).

As classes de solos no 1º nível foram compiladas de Brasil (2020) e descritas conforme Brasil (2006). A área é compreendida por solos dos tipos neossolos, plintossolos, argissolos, nitossolos, vertissolos e latossolos vermelhos (Figura 2).

Figura 2 - Características de geologia e solos encontradas na bacia.



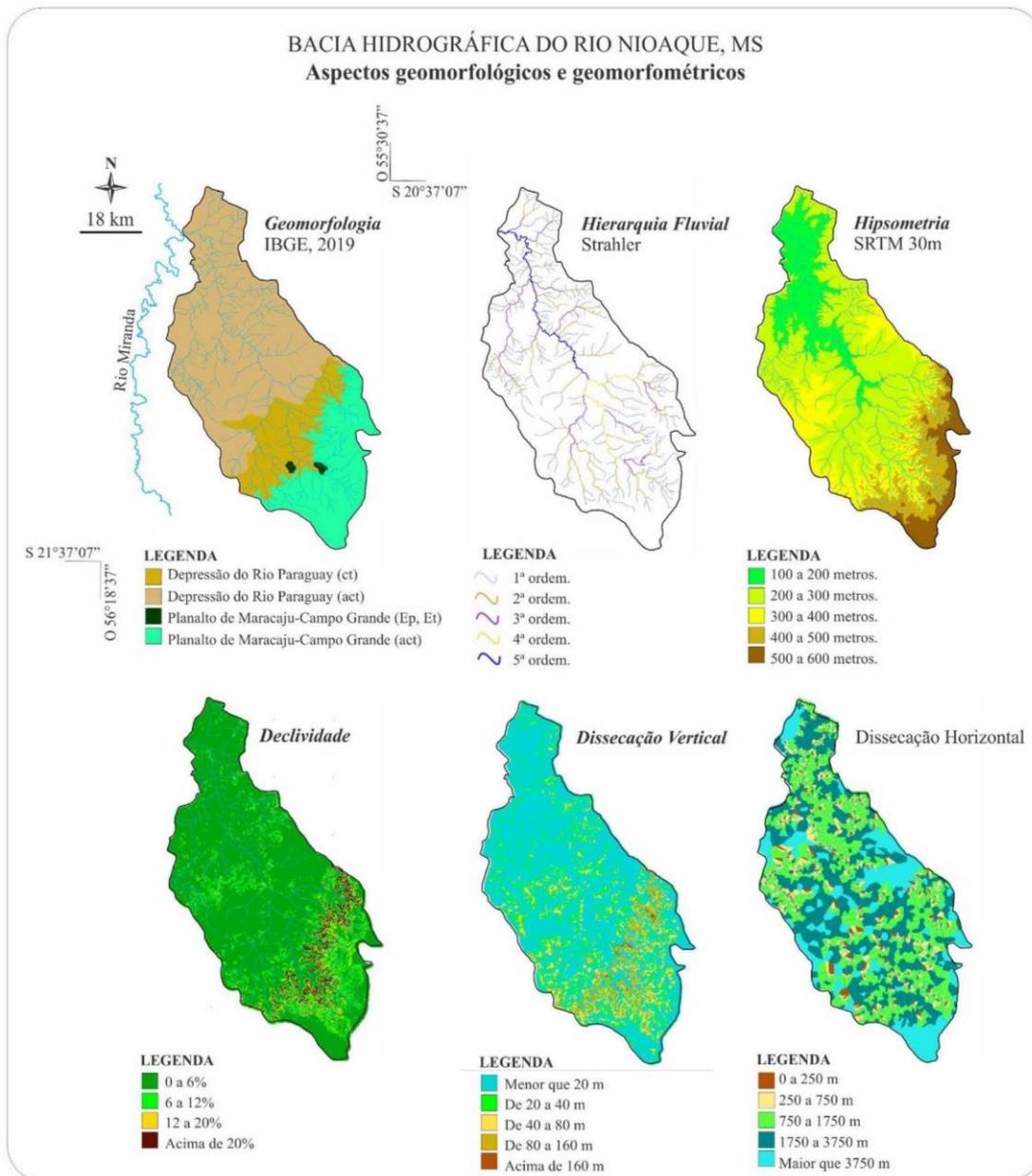
Fonte: autores.

A hierarquia fluvial, conforme Strahler, e disposta na Figura 3, foi determinada a partir da vetorização dos canais hidrográficos sobre as cartas topográficas na escala de 1:100.000 denominadas Aldeia Lalima/SF.21-X-A-V, Ribeirão Taquarussu/SF.21-X-A-VI, Nioaque/SF.21-X-C-II e Jardim/SF.21-X-C-III (UTM/Córrego Alegre, Zona 21). Segundo Strahler (1952) citado por Christofolletti (1980), os menores canais sem tributário são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda e de primeira ordens, e assim sucessivamente.

De acordo com a classificação hierárquica proposta por Strahler (1952), e citada por Christofolletti (1980), a bacia hidrográfica do rio Nioaque é de 5ª ordem (Figura 3). Esta apresenta uma área de drenagem de 3.256 km² e seu curso principal, o rio Nioaque, possui 83 km de comprimento. É uma bacia alongada com 111 km de extensão no sentido nascente (Planalto Maracaju-Campo Grande) e foz (Depressão do Rio Paraguai).

A hipsometria (Figura 3) foi determinada a partir do fatiamento do modelo digital de elevação disponibilizado pelo projeto Topodata na resolução de 30 metros. Estes dados foram interpolados conforme explicam Valeriano e Rossetti (2009). O fatiamento consiste em gerar uma imagem temática a partir de uma grade retangular com valores altimétricos. Os temas da imagem temática resultante correspondem a intervalos altimétricos, chamados, no software Spring/INPE, de fatias (Câmara *et al.*, 1996).

Figura 3 - Aspectos geomorfológicos da bacia.



Fonte: autores.

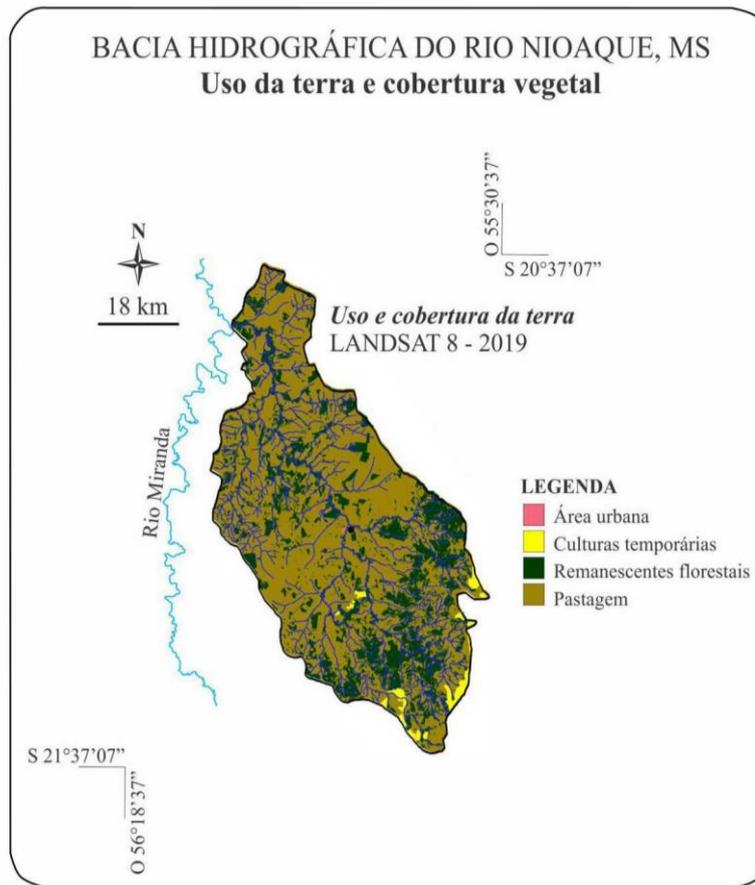
A declividade também foi definida a partir do modelo digital de elevação disponibilizado pelo projeto Topodata (Figura 3). Considerando que a declividade é a inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal, podendo ser medida em graus (0 a 90°) ou em porcentagem (%) (Câmara *et al.*, 1996), foi aplicada uma função do software Spring/INPE.

A dissecação vertical e horizontal (Figura 3) foi obtida aplicando métodos de análise morfométrica sobre o modelo digital de elevação utilizando os *softwares* QGIS e Spring/INPE conforme OpenGIS (2020) e Leite (2011), respectivamente, embasados em Guimarães *et al.* (2017). A dissecação do relevo leva em consideração a amplitude interfluvial para a dissecação no plano horizontal e os graus de entalhamento dos canais de drenagem (amplitude altimétrica) para a dissecação vertical (Ross, 1994; Crepani *et al.*, 1996; Crepani *et al.* 2001).

O uso e cobertura da terra (Figura 4) foi determinado a partir da análise de cenas do sensor MUX do satélite CBERS-4 de 25 de janeiro de 2019. Foram utilizadas três cenas (órbitas/ponto 164/124, 165/123, 164/124) nas bandas G (0,45 – 0,52 μ m), R (0,52 – 0,59 μ m) e NIR (0,77 – 0,89 μ m). Este sensor apresenta resolução espacial de 20 metros. As cenas foram submetidas a mosaico e equalização de seus histogramas a fim de se obter uma melhor visualização dos alvos da superfície.

A classificação da imagem foi realizada pelo método híbrido (Lillesand *et al.*, 2004; Moreira, 2011) que engloba aspectos da técnica de classificação supervisionada e não-supervisionada. Consiste, desta forma, na aplicação do algoritmo de segmentação não supervisionado Ioseg (Bins *et al.*, 1993), utilizando os limiares de similaridade 8 e área de pixels 20, e a execução de uma edição matricial para ajustes finais. Foram estabelecidas as classes de uso ecobertura da terra: culturas temporárias, pastagens, remanescentes florestais e área urbana.

Figura 4 - Uso da terra e cobertura vegetal encontrados na área de estudo.



Fonte: autores.

A elaboração dos perfis geocológicos consistiu na determinação de transectos transversais sobre a área da bacia hidrográfica analisada envolvendo o alto, o médio e o baixo curso. O perfil topográfico foi elaborado no software Spring/INPE sobre o modelo digital de elevação (projeto Topodata). O perfil do alto curso tem o sentido nor-nordeste/sul-sudoeste com início nas coordenadas 55°50'29"O e 21°29'19"S, terminando em 55°38'27"O e 21°05'27"S. O perfil do médio curso tem o sentido nordeste/sudoeste com início nas coordenadas 56°01'26"O e 21°15'55"S e fim em 55°45'53"O e 20°59'23"S. Por fim, o perfil do baixo curso tem o sentido norte/sul com início nas coordenadas 56°03'28"O e 20°49'39"S e finalizando em 56°01'07"O e 20°38'39"S. Estes perfis deram suporte a análise da estrutura horizontal e vertical da bacia.

Para a elaboração cartográfica e layout final foram utilizados os softwares Spring/INPE, Qgis e Inkscape. Para a elaboração do banco de dados, considerou-se o sistema de referência de coordenadas como sendo SIRGAS 2000 / UTM zona 21S.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE DO MEIO FÍSICO A PARTIR DE MAPAS E PERFIS GEOECOLÓGICOS

Na bacia estão representadas litologias com idades que vão desde o Proterozóico até o Cenozóico. A Formação Serra Geral localiza-se no alto curso ocupando cerca de 40% da área (Figura 2). Litologicamente é caracterizada pela presença de derrames basálticos, com aspecto maciço, afaníticos ou finamente faneríticos, de cores predominantemente cinza-escuro preto e, esporadicamente, com amígdalas preenchidas por calcita (BRASIL, 1982). Observam-se ainda neste perfil, formas convexas com drenagem aprofundada acompanhando o sopé das frentes de cuesta. Afloramentos rochosos são observados ao longo da BR-060 no sentido NioaqueMaracaju-MS (Figura 5).

Figura 5 - Afloramento rochoso no alto curso da bacia.



Fonte: autores.

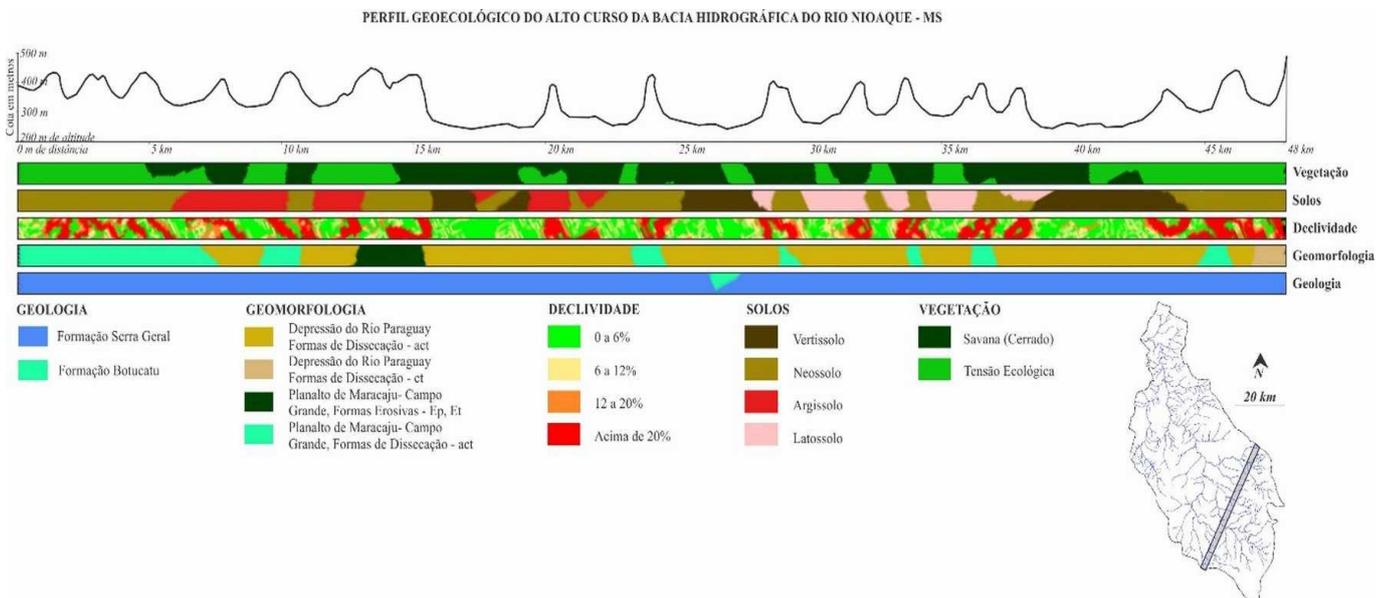
Considerando os aspectos geomorfológicos, predomina, na bacia, a unidade Depressão do Rio Paraguai, apresentando formas aguçadas, convexas e tabulares, sendo que, na porção sudeste da bacia, o relevo é esculpido em rochas basálticas da Formação Serra Geral, originando principalmente modelados de dissecação do tipo convexo.

A unidade geomorfológica Planalto de Maracaju-Campo Grande, situa-se no alto curso da bacia, sendo caracterizada por uma superfície dissecada onde dominam formas convexas com drenagens pouco aprofundadas (c21).

De acordo com Brasil (1982), morfologicamente, o Planalto de Maracaju-Campo Grande constitui uma extensa área suavemente dissecada, onde predominam formas tabulares muito amplas (t51, t41, t31) e trechos conservados (Ep). Secundariamente, ocorrem formas de dissecção de topo convexo (c31, c32, c21, c 22 e c23), geralmente relacionadas à presença de drenos mais importantes, ou às bordas do planalto.

Também são identificadas, no alto curso, superfícies erosivas tabulares (Et) correspondendo a relevo residual de topo aplanado, provavelmente testemunho de superfície aplanada, e geralmente limitado por escarpas (BRASIL, 1982).

Figura 6 - Perfil geocológico do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Nioaque-MS.

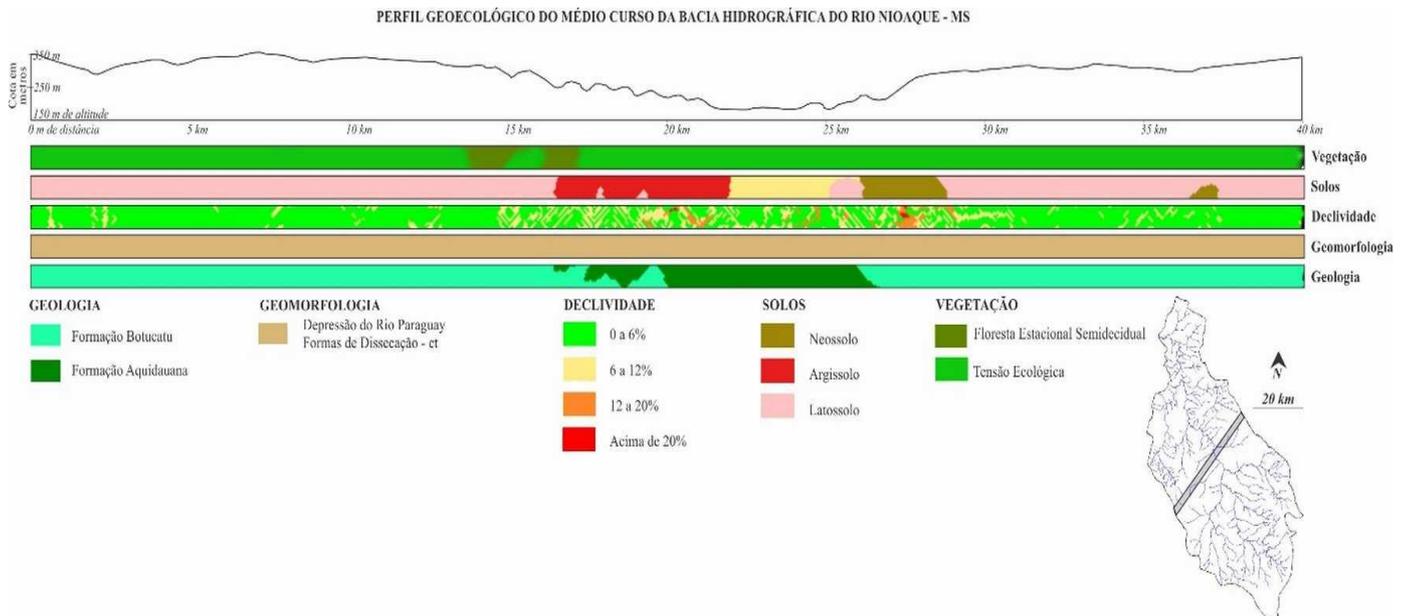


Fonte: autores.

A Formação Botucatu ocupa 33,58% da área da bacia e localiza-se no médio curso (Figura 7). A litologia dessa formação está representada predominantemente por arenito de cor rosa a vermelho- escuro, fino a médio, e friável. Os grãos variam de angulares a arredondados. Compõe- se predominantemente de grãos de quartzo (Brasil, 2001).

Partindo da porção central a noroeste da bacia, o relevo é esculpido em rochas areníticas permo-carboníferas da Formação Aquidauana e rochas jura-cretácicas da Formação Botucatu, ocorrendo diferentes tipos de formas dissecadas, desde convexas (c22, c11) a tabulares (t22, t31).

Figura 7 - Perfil geológico do médio curso da bacia hidrográfica do Rio Nioaque-MS.



Fonte: autores.

Nos perfis do alto e médio curso, verificamos a classe de solo neossolos, na transição Planalto de Maracaju-Campo Grande para a Depressão do Paraguai, e, ainda, acompanhando os cursos d'água no médio curso da bacia. São solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. São solos que ocorrem em área de topografia acidentada e associado a afloramentos rochosos. Devido à pequena espessura destes solos, o fluxo d'água em seu interior é precocemente interrompido, facilitando o escoamento em superfície gerado pela rápida saturação do solo e, em subsuperfície, na zona de contato solo-rocha. Tal situação pode responder pela ocorrência de processos erosivos e, mais especificamente, de deslizamentos, se agravando nas encostas mais íngremes e desprovidas de vegetação (Guerra e Botelho, 2003). Os neossolos ocupam 22,67% da área da bacia, correspondendo a 738,04 km².

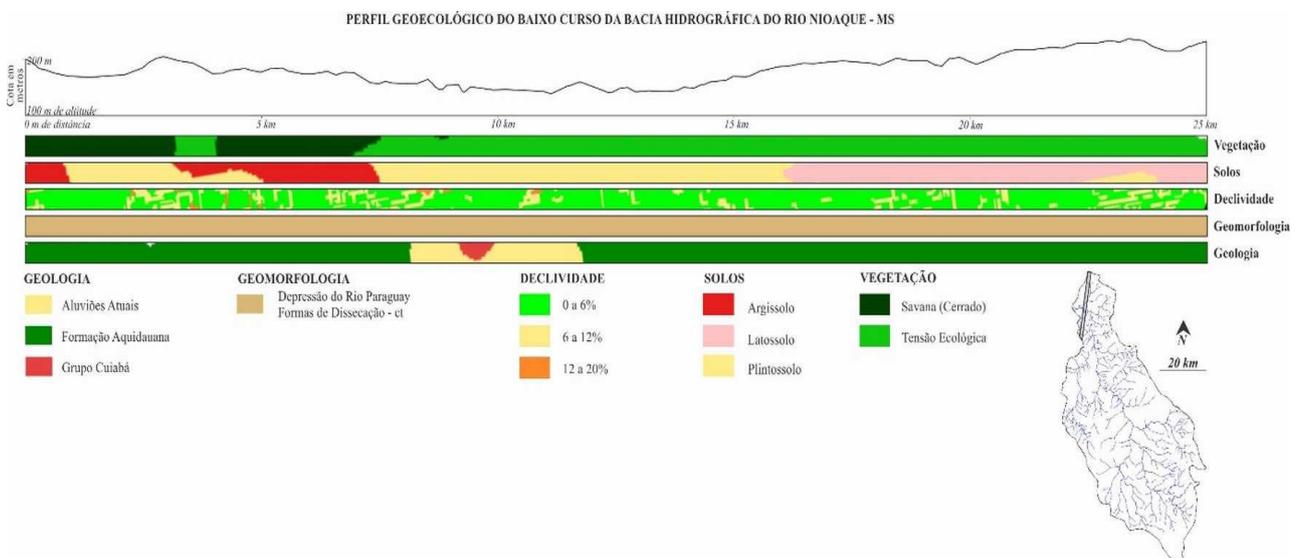
Os solos da classe argissolos são encontrados em toda a bacia. São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, e satisfazendo, ainda, os seguintes requisitos (Brasil, 2006):

- a) Horizonte plíntico, se presente, não satisfaz os critérios para plintossolos;
- b) Horizonte glei, se presente, não satisfaz os critérios para gleissolos.

Segundo Guerra e Botelho (2003), os argissolos apresentam certa suscetibilidade aos processos erosivos, que serão tão mais intensos quanto maiores forem as discontinuidades texturais e estruturais ao longo do perfil. Estes ocupam 25,57% da área da bacia, sendo 738,04 km² situados no baixo curso.

No baixo curso (Figura 8), predomina a Formação Aquidauana, caracterizada pela natureza dedítrica de seus sedimentos, essencialmente arenosos e feldspáticos, e de coloração predominantemente avermelhada (Brasil, 2001). O grupo Cuiabá é pouco expressivo na bacia, com área de 0,42 km².

Figura 8 - Perfil geocológico do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Nioaque-MS.



Fonte: autores.

Em relação aos aspectos geomorfométricos da bacia (declividade, dissecação vertical e horizontal apresentados na Figura 3) observamos que a área analisada apresenta uma baixa energia do relevo. Vê-se que em 90% da bacia a declividade encontra-se abaixo de 12%, a dissecação vertical se apresenta abaixo dos 20 metros, e a dissecação horizontal com extensões acima de 750 metros. São características do relevo que facilitam na sua maior parte o processo de ocupação e produção agropecuária (Figura 9), pois praticamente não há limitação ao emprego de maquinários agrícolas. Áreas com declividades superiores a 12% se encontram na transição Planalto Maracaju-Campo Grande/Depressão do Rio Paraguai, conforme apresenta o perfil do alto curso na Figura 6.

Figura 9 - Área situada no baixo curso com extensas vertentes cobertas por pastagens.



Fonte: autores.

Falcão e Leite (2018), ao analisarem o potencial natural da bacia à erosão hídrica, observaram que a mesma apresenta áreas com alto potencial à erosão hídrica. Existe uma predominância das áreas de baixo potencial (92% da área total), ocupadas por pastagens que mantêm a cobertura vegetal. As áreas com potencial moderado e forte, correspondem aproximadamente a 8% da área total, tamanho irrelevante em nível de bacia, mas que requer medidas preventivas para se evitar o aparecimento e o desenvolvimento de processos erosivos evoluídos, como ravinas e voçorocas.

A hipsometria da bacia apresenta uma amplitude altimétrica de 491 metros (Figura 3). Em termos espaciais, a classe de intervalo entre 100 e 200 metros de altitude representam 561,33 km² (17,24% da área total da bacia), a classe de 200 a 300 metros corresponde a 1.535,04 km² (47,14%) e caracteriza os intervalos altimétricos do baixo curso. Altitudes de 300 a 400 m ocupam 565,14 km² (17,36%), e intervalos de 400 a 500 m perfazem 361,08 km² (11,09%) e caracterizam o médio curso da bacia. Por fim, altitudes entre 500 e 600 m ocupam apenas 233,41 km², o que corresponde a 7,17% da área total da bacia hidrográfica do Rio Nioaque, notadamente no alto curso. Vê-se que 82% da área da bacia apresenta uma amplitude altimétrica de 300 metros, correspondendo a áreas da Depressão do Paraguai, e outros 18% da área da bacia, no alto curso, uma amplitude altimétrica de 191 metros em áreas de transição para o Planalto Maracaju-Campo Grande.

É no baixo curso que verificamos a presença de solos da classe plintossolos; são solos de material mineral, apresentando horizonte plíntico, ou litoplíntico, ou concrecionário, em uma das seguintes condições (Brasil, 2006):

- a) iniciando dentro de 40 cm da superfície; ou
- b) iniciando dentro de 200 cm da superfície, quando precedidos de horizonte glei, ou imediatamente abaixo do horizonte A, ou E, ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

Os solos da classe plintossolos ocupam 7,36% da área da bacia, notadamente no baixo curso da bacia. Correspondem a uma área de 239,64 km². Segundo Guerra e Botelho (2003), os plintossolos apresentam drenagem deficiente, possuindo horizonte Bt argiloso, de densidade aparente elevada e semipermeável. Ocupam área de relevo plano ou quase plano, conforme perfil apresentado na Figura 8, favorecendo o acúmulo de água durante parte do ano, caracterizando um ambiente redutor (excesso de água). Estes solos apresentam uma alta suscetibilidade aos processos erosivos.

Na transição do alto curso para o médio curso da bacia, encontramos os solos da classe nitossolos. Localizados na Depressão do Rio Paraguay, são solos com 350g/kg ou mais de argila, inclusive no horizonte A, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A, com argila de atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150 cm da superfície do solo (Brasil, 2006). Estes solos se encontram no alto curso da bacia, na porção sul, abrangendo uma área de 134,62 km² ou 4,13%.

Solos da classe vertissolos ocorrem no alto curso da bacia, ocupando 90,56 km² de área, o que corresponde a 2,78% do total, e apresentam alta erodibilidade (Guerra e Botelho, 2003). Estes são solos constituídos por material mineral com horizonte vértico entre 25 e 100 cm de profundidade e relação textural insuficiente para caracterizar um B textural, e apresentando, além disso, os seguintes requisitos (Brasil, 2006):

- a) teor de argila, após mistura e homogeneização do material de solo, nos 20 cm superficiais, de no mínimo 300g/kg de solo;
- b) fendas verticais no período seco, com pelo menos 1 cm de largura, atingindo, no mínimo, 50 cm de profundidade, exceto no caso de solos rasos, onde o limite mínimo é de 30 cm de profundidade;

- c) ausência de material com contato lítico, ou horizonte petrocálcico, ou duripã dentro dos primeiros 30 cm de profundidade;
- d) em áreas irrigadas ou mal drenadas (sem fendas aparentes), o coeficiente de expansão linear (COLE) deve ser igual ou superior a 0,06 ou a expansibilidade linear é de 6cm ou mais; e
- e) ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico.

Os solos do tipo Latossolo Vermelho ocupam a maior porção de área da bacia do rio Nioaque (37,48%), correspondendo a 1.220,47 km². Guerra e Botelho (2003) explicam que estes solos são encontrados em áreas de vegetação de florestas e de campo cerrado, em relevo que varia de plano a forte ondulado e apresentam reduzida suscetibilidade a processos erosivos.

Os latossolos vermelhos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresentar mais que 150 cm de espessura. São solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (Brasil, 2006).

O uso e cobertura da terra da bacia nos mostra a intensificação do processo produtivo da pecuária, já apresentado em Leite & Rosa (2009), uma vez que 70% da área da bacia se configura em terras com cobertura de pastagem. Aproximadamente 2% da área é explorada pela agricultura, e se concentra no alto curso da bacia.

Remanescentes florestais de cerrado, floresta estacional e vegetação ciliar encontram-se ao longo da bacia (Figura 4 e Figura 10), mais expressivamente na transição geomorfológica planalto Maracaju-Campo Grande/Depressão do Rio Paraguai, por conta das características do relevo que não permitiram ainda o desmatamento. Correspondem a apenas 28% da área total da bacia.

Existem várias fisionomias de cerrado, em função da densidade de árvores, desde campo limpo até cerradão (Silva *et al.*, 2011).

Figura 10 - Área com solo exposto devido ao preparo para plantio no alto curso da bacia e, ao fundo, remanescentes florestais.



Fonte: autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características geomorfológicas e os aspectos geomorfométricos (declividade, dissecação vertical e horizontal) da bacia hidrográfica do Rio Nioaque, ao mesmo tempo que favorecem a ocupação pela agropecuária em 72% da bacia, pela sua conformação de extensas vertentes, e baixa declividade, apresentam uma manutenção de fragmentos florestais, devido à alta declividade, notadamente nas proximidades de cursos d'água, e nas áreas de transição planície-planalto.

No que tange à base produtiva que compõe a área da bacia hidrográfica do rio Nioaque-MS, nota-se que está em curso o processo de alteração na base produtiva e, conseqüentemente, a sua configuração natural. No recorte geográfico específico analisado, nota-se que alguns municípios apresentaram significativa expansão nas áreas cultivadas por culturas anuais, abrindo caminho para modificações em relação ao uso e ocupação do solo.

O município de Maracaju, um dos municípios com área territorial na bacia, tem sua matriz econômica no cultivo de grãos como destaque. Este município ocupa uma

pequena parte da bacia, no alto curso, uma área com baixa declividade e com solos da classe latossolos, propícia para a implantação deste tipo de atividade econômica. Os municípios de Anastácio e Nioaque têm suas atividades econômicas ligadas, em sua maior parte, à pecuária de corte, fato evidenciado pela proporção de cobertura da terra por pastagens.

A aplicação nesta pesquisa dos mapeamentos e dos perfis geoecológicos, tem o caráter complementar na análise e possibilitaram a integração das informações do contexto físico, da ocupação e exploração da área estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, T. M. de; OLIVEIRA, V. P. V. de; TEIXEIRA, A. C. de O. Aspectos do meio físico e evolução do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio São João de Tiba, extremo sul da Bahia. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 14, n. 47, set/2013, p. 122–138.
- ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. **Sistema de informações geográficas**. Aplicações na agricultura. Brasília: Embrapa – SPI/ Embrapa-CPAC, 1998.
- BINS, Leonardo Sant’ana; ERTHAL, Guaraci José; FONSECA, Leila Maria Garcia. **Um método de classificação não supervisionada por regiões**. In: SIBGRAPI VI, 1993, p. 65-68.
- BRASIL, Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982, 452 p.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. *Vocabulário básico de recursos minerais e meio ambiente*. 2. ed., Rio de Janeiro, IBGE, 332 p.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas em Geociências**. <https://downloads.ibge.gov.br>, 2020. Acesso em: 01 dez. 2020.
- BRASIL. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Aquidauana. Folha SF.21-X-A. – Escala 1:250.000. Estado de Mato Grosso do Sul / organizado por Hélios de Oliveira Godoi. Brasília: CPRM, 2001.
- CÂMARA, G.; Souza, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; AZEVEDO, Luiz Guimarães de; HERNANDEZ FILHO, Pedro; FLORENZANO, Teresa Gallotti; DUARTE, Valdete. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico**. INPE, São José dos Campos, 1996, 20 p.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; HERNANDEZ FILHO, Pedro; FLORENZANO, Teresa Gallotti; DUARTE, Valdete; BARBOSA, Cláudio Clemente Faria. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. INPE, São José dos Campos, 2001, 103 p.

CUNHA, C. M. L. da; MENDES, I. A. Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 3(1): 111-120, jan-jun – 2005 www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm. Acesso em: 10 nov. 2019.

FALCÃO, Karina dos Santos; LEITE, Emerson Figueiredo. Avaliação do potencial natural à erosão hídrica na Bacia do Rio Nioaque. **Revista Georaguaiá**. Barra do Garças-MT, v. 8, n. 3, p. 79-97. Dezembro de 2018.

FERREIRA, V. de O. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. **GeoTextos**, v. 6, n. 2, dez. 2010. p. 187-208.

GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, 340 p.

GUIMARÃES, Felipe Silva; CORDEIRO, Claudia Mendes; BUENO, Guilherme Taitson; CARVALHO, Vilma Lúcia Macagnan; NERO, Marcelo Antônio. Uma proposta para automatização do índice de dissecação do relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)**, São Paulo, v. 18, n. 1, (Jan-Mar) p. 155-167, 2017. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i1163>.

JANSEN, Débora Campos. Perfil Geoecológico da Área de Proteção Ambiental (APA) do Morro da Pedreira e do Parque Nacional (PARNA) da Serra do Cipó / MG. **Caderno de Geografia**, v. 24, n. 41, 2014.

LAGE, C. S.; PEIXOTO, H.; VIEIRA, C. M. B. Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA. **GeoTextos**, v. 4, n. 1 e 2, 2008, p. 11-36.

LEITE, Emerson Figueiredo; ROSA, Roberto. Sensoriamento Remoto multitemporal na Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque, MS. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil. **Anais [...]**. 25-30 abril 2009, INPE, p. 5903-5908.

LILLESAND, Thomas M.; KIEFER, Ralph W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. Second Edition. New York: John Wiley & Sons, 2004.

MEZZOMO, Maristela Moresco; GHISSO, Kamila Walter; CAMPOS, Diego Vinícius; Caracterização geoecológica como subsídio para estudos ambientais em RPPNS: estudos de casos no Paraná. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 38, n. 5, p. 907-917, 2014.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2012.

MS, Imasul, Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Mapa de cobertura vegetal e uso da terra de Mato Grosso do Sul. Disponível em: http://sisla.imasul.ms.gov.br/Downloads/dados_complementares/. Acesso em 2019.

OLIVEIRA, C. S. de; MARQUES NETO, R. Importância dos perfis geoecológicos na análise da paisagem: aplicações na Bacia Hidrográfica do Córrego Grande (Lima Duarte, MG). **Revista de Geografia**, v. 3, n. 1, p. 1-8, 2013.

OPENGIS. Análise morfométrica com SIG: índices de dissecação do relevo no QGIS. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=FbD8lg6JJqo>. Acesso em: 10 ago. 2020.

PEREIRA, Nilson Rendeiro. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do município de Nioaque, estado do Mato Grosso do Sul**. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

PHILIPPI JR., Arlindo; SOBRAL, Maria do Carmo. **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. 1. ed. Barueri, SP: Ed. Manole, 2019.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V. da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 2. d. Fortaleza: Edições UFC, 2007, 222 p.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

SILVA, João dos Santos Vila da; POTT, Arnildo; ABDON, Myrian de Moura; POTT, Vali Joana; SANTOS, Kelson Ribeiro dos. **GeoMS: Cobertura vegetal e uso da terra do estado de Mato Grosso do Sul**. Embrapa Informática Agropecuária. Campinas, SP, 2011.

SOARES, Fernanda Bomfim; LEAL, Antônio Cezar. Unidades da paisagem: estudo aplicado na bacia hidrográfica do manancial balneário da amizade, São Paulo/BR. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 18, n. 64 Dezembro/2017, p. 339–356.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. **TOPODATA: Seleção de coeficientes geoestatísticos para o refinamento unificado de dados SRTM**. São José dos Campos: INPE, 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Apoio para o Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect), Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. O trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

Capítulo 12

A CARTOGRAFIA E AS GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DO TERRITÓRIO QUILOMBOLA

“Os mapas se destacam na história da humanidade, como representações do conhecimento sobre o espaço habitado e, no decorrer da evolução humana, o mapa se tornou também um instrumento importante para delimitar territórios. Como o espaço é objeto de disputa, o mapa, e a ciência responsável por sua elaboração, a Cartografia, tornaram-se valorizados pelos detentores de poder que desejavam ocupar novos territórios.”

Marcos Esdras Leite

João Batista de Almeida Costa

Matheus Vinicius Ferreira

A CARTOGRAFIA E AS GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DO TERRITÓRIO QUILOMBOLA

MARCOS ESDRAS LEITE

JOÃO BATISTA DE ALMEIDA COSTA

MATHEUS VINICIUS FERREIRA

INTRODUÇÃO

Os mapas se destacam na história da humanidade, como representações do conhecimento sobre o espaço habitado e, no decorrer da evolução humana, o mapa se tornou também um instrumento importante para delimitar territórios. Como o espaço é objeto de disputa, o mapa, e a ciência responsável por sua elaboração, a Cartografia, tornaram-se valorizados pelos detentores de poder que desejavam ocupar novos territórios.

Ao longo da história, a Cartografia se manteve como uma ciência com forte ligação com as questões militares. O período após a segunda guerra mundial foi marcante para a produção de mapas, haja vista que novas tecnologias desenvolvidas com interesse militar provocaram uma revolução na Cartografia. Felizmente, essa tecnologia desenvolvida durante o período de tensão mundial foi repassada para o uso civil, sendo incorporada pelas investigações acadêmicas e pela produção de novas informações.

Essas tecnologias ligadas ao processamento de dados geográficos e à elaboração de mapas podem ser denominadas como geotecnologias. Apesar de não haver uma padronização conceitual, Rosa (2013) afirma que as geotecnologias podem ser entendidas como as tecnologias destinadas à coleta, processamento, análise e disponibilização de informações, com referência geográfica.

As geotecnologias abrangem diversas técnicas, como a cartografia digital, a topografia, o georreferenciamento, entre outros. Entre essas tecnologias, destacam-se

o sensoriamento remoto e o Sistema de Informação Geográfica (SIG). O primeiro é a tecnologia usada para extrair informações de uma área de interesse à distância, por meio do uso de um sensor que capta a energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos presentes no espaço de interesse. Como exemplo, pode-se citar as imagens de satélite, em que o sensor a bordo do satélite, na órbita terrestre, capta a radiação refletida ou emitida pelos alvos terrestres. Já o SIG é a integração de dados gráficos (base cartográfica) e não gráficos (banco de dados alfanumérico), para a realização de operações de análise espacial, sendo que esse sistema integra dados de fontes diferentes e os processa, a fim de gerar informações geográficas.

Essas tecnologias, associadas à produção cartográfica, tiveram diversas aplicações em mapeamentos. Notadamente, houve grande interesse do Estado nesse instrumental, dada a sua capacidade de estriamento do espaço, como discutido por Deleuze e Guattari (1988) nos processos de ordenamento do seu território. Entretanto, constata-se que “novas cartografias” se desenvolveram, baseadas em uma razão diferenciada daquela do ordenamento do espaço pelo Estado. Essa “nova cartografia” estava apoiada em uma razão histórica dos seus usuários, (LITTLE, 2002).

A denominação de “novas cartografias” se deve ao fato de que o produto final ainda é o mapa, embora a metodologia e o objetivo do mapeamento sejam diferentes da cartografia tradicional que, prioritariamente, servia ao Estado. Algumas dessas “novas cartografias” se desenvolveram a partir do interesse social, como o mapeamento de minorias excluídas do processo de reconhecimento do espaço. Essa cartografia voltada para a representação de conhecimento sobre o espaço, com base na participação direta e indireta dos atores locais, foi tratada como cartografia social ou mapas participativos.

Os primeiros registros de uso da cartografia social ou participativa, de acordo com Acselrad e Coli (2008) foi na década de 1960, principalmente no Canadá e nos Estados Unidos, notadamente no Alasca, para mapeamento de povos esquimós. Desde esse primeiro registro de experiências com mapeamentos participativos houve avanços significativos, uma vez que ocorreu uma expansão no uso dessa cartografia. A cartografia social, no Brasil, está associada à delimitação de territórios para unidades de

conservação e para populações tradicionais, destacando-se as comunidades indígenas e quilombolas. Acselrad e Coli (2008) destacam que o uso do mapeamento social ou participativo se intensificou recentemente, principalmente para identificação de territorialidades identitárias.

No Brasil, há exemplos de vários trabalhos de mapeamento social, nos quais novas tecnologias foram aplicadas à Cartografia. O destaque, nesse sentido, é o projeto Nova Cartografia Social da Amazônia, em que os mapas são instrumentos importantes não apenas para delimitar territórios, mas, para propiciar às populações que utilizam desse instrumental reelaborar, a partir dos guardiões da memória coletiva, a trajetória de cada agrupamento social sobre o espaço, territorializando-o.

No contexto do norte de Minas Gerais, região onde coexistem centenas de comunidades tradicionais, sobretudo quilombolas, encontram-se pesquisas que utilizam metodologias de mapeamentos participativos e da Nova Cartografia Social para analisar as dinâmicas territoriais dessas comunidades, a partir das perspectivas dos grupos locais (DAYRELL, 2019; NEVES, 2020; SANTOS, 2020; SANTOS; SILVA, 2020). Esses trabalhos apresentam contribuições principalmente na perspectiva da visibilidade das lutas e das identidades dos grupos nativos, por meio dos automapeamentos.

Outros trabalhos da região têm investigado as territorialidades e as situações conflituosas vivenciadas por comunidades quilombolas, a partir da aplicação das geotecnologias (SALIS *et al.*, 2014; ANAYA; ESPÍRITO SANTO, 2018; FERREIRA; LEITE; NEVES, 2021). Em síntese, essas pesquisas utilizam de técnicas como sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica - SIG para analisar mudanças de uso e cobertura da terra nos territórios dessas comunidades, integrando esses resultados à discussão dos impactos socioambientais e culturais ocasionados por agentes externos.

Para além das investigações no campo acadêmico-científico, a Cartografia pode contribuir de forma efetiva, nos processos de regularização territorial das comunidades quilombolas, tendo em vista que o mapeamento do território e das territorialidades é imprescindível para o seu reconhecimento perante o Estado. Anjos (1999) afirma que a cartografia é um instrumento concreto para representar o que está acontecendo no território, bem como para apontar indicadores geográficos para reconhecimento, por exemplo, de um sítio quilombola. Diante disso, as geotecnologias podem permitir a

construção de mapas sociais, o que contribui para o empoderamento e a organização das comunidades.

A Cartografia e as geotecnologias se apresentam nos estudos de remanescentes de quilombos como um instrumento para delimitação do território com base na identidade do povo, com o intuito de “regularização” do território quilombola. Importante salientar que a afirmação de uma identidade étnica está crucialmente vinculada, pelo pertencimento a uma coletividade, a um território cuja historicidade pode ser apreendida pelos marcos de territorialidade inscritos no espaço (OLIVEIRA, 1976). Essa delimitação pretende gerar o empoderamento dos quilombolas para reivindicarem o território ocupado pelos ancestrais e que foi usurpado nos processos de modernização conservadora do campo brasileiro. Além da delimitação, a Cartografia e as geotecnologias podem auxiliar as comunidades quilombolas em seus processos cotidianos de gestão do território, por meio do subsídio de informações geoespaciais.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é discutir as contribuições das geotecnologias, sobretudo do SIG e sensoriamento remoto, no processo de reconhecimento e gestão do território quilombola. Como estudo de caso, foi analisado o procedimento nas comunidades quilombolas de Terra Dura e Sete Ladeiras na região Norte de Minas Gerais.

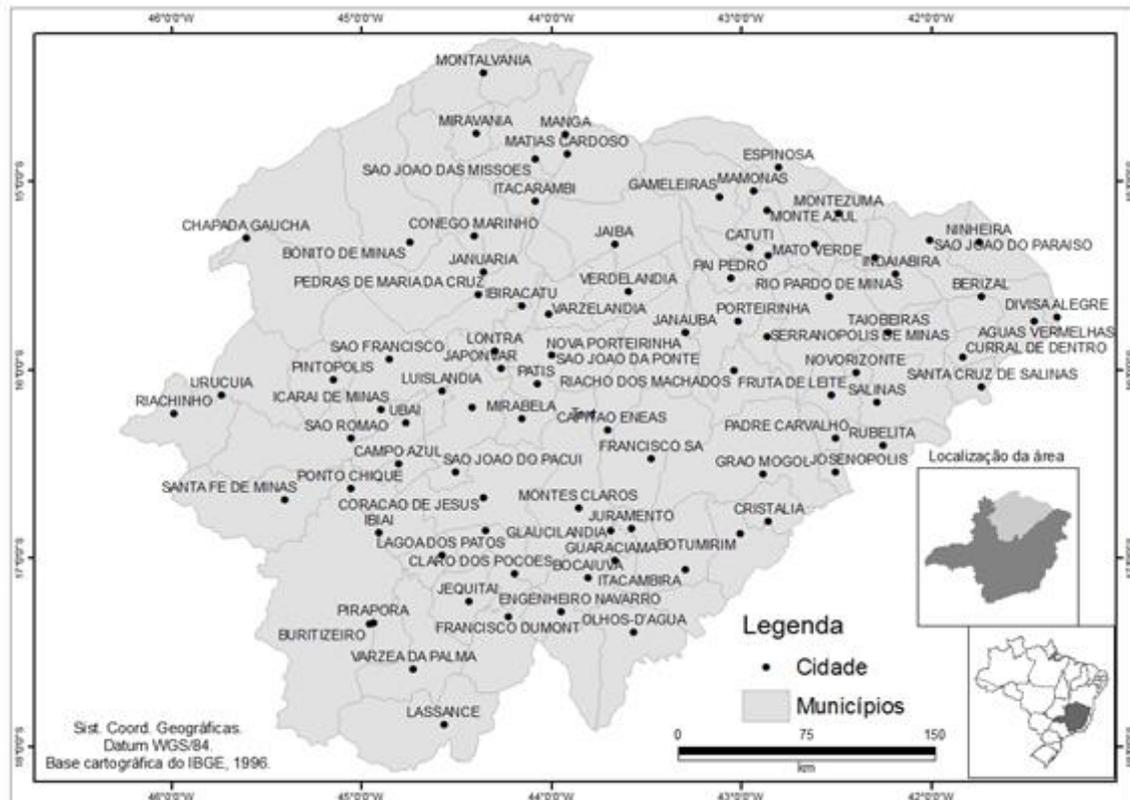
O desenvolvimento deste artigo está associado à experiência vivenciada no processo de elaboração de relatórios de identificação e demarcação de comunidades quilombolas no Norte de Minas Gerais. Durante esses trabalhos, pode-se verificar a ausência de dados sobre as comunidades e a não existência de um mapeamento desses territórios. Por isso, este artigo mostra as contribuições de instrumentais geotecnológicos para o fornecimento de dados para a construção dos mapas, além de expor o potencial dessas tecnologias no processo de luta para reivindicação do território de direito.

QUILOMBOLAS NO NORTE DE MINAS GERAIS

A região norte de Minas Gerais é composta por 89 municípios, conforme Figura 1, e se caracteriza como uma área de baixo dinamismo econômico, em que a base da economia da maioria dos municípios é o setor primário. A administração pública

municipal destaca-se como a maior empregadora dos municípios menos populosos dessa região. Entretanto, Montes Claros, Janaúba, Januária, Pirapora, Salinas, Bocaiúva, e Capitão Eneas, se apresentam com economias baseadas nas atividades no setor de comércio/serviço, além de possuírem presença de atividade industrial de médio e grande porte.

Figura 1 - Área de estudo: Municípios do Norte de Minas Gerais.



Fonte: IBGE, 2010.

Dessa forma, a força econômica do setor agropecuário do norte de Minas Gerais traz, naturalmente, o poder político para essa elite rural. Por isso, nota-se a ocupação desigual da terra rural no norte de Minas, em que há concentração pela oligarquia agrária da região. Parte dessas terras tem sua origem de ocupação a partir da Lei 601, de 18 de setembro de 1850, conhecida como lei de terras. Essa Lei agravou a concentração de terras ao coibir o acesso à terra pelos negros alforriados e pelos indígenas (ALMEIDA, 2004).

A lei de terras no Norte de Minas Gerais gerou uma situação diferente, pois permitiu a propriedade da terra, uma vez que parte da mesma passou a ser classificada

como devoluta. E entre as privatizadas um percentual significativo, a despeito da lei, foi registrado como propriedade de negros alforriados ou escravos fugidos, os chamados quilombolas históricos. Isso se deve, por um lado, ao padroado, como forma administrativa de governo, em que os procedimentos cartoriais eram realizados pelas freguesias e, por outro lado, à presença exclusiva de sacerdotes negros na região que facilitaram o registro da terra, conforme Costa e Araújo (2013) no relatório antropológico de caracterização territorial da comunidade quilombola de Lapinha, no município de Matias Cardoso.

Além da lei de terras, Dayrell (2008) destaca, como marco na estrutura fundiária dessa região a intervenção estatal, nas décadas de 1960 e 1970, em que ocorreram ações visando a desenvolver a região. Nesse contexto, o Norte de Minas Gerais foi inserido na área da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), com isso, fazendeiros e empresas puderam usufruir de recursos públicos. Com isso, houve investimento público para empresas agropecuárias, concomitante a esse fato o governo do estado iniciou uma perversa regularização fundiária. Além dessa situação relatada, Costa *et al.* (2013) apontam outros elementos que evidenciaram a extrema concentração de terras na região, em mãos das elites locais e de empresas privadas, utilizando-se dos incentivos fiscais e financeiros disponibilizados pela SUDENE.

Nesse processo, a lógica da função social da terra foi corrompida e prevaleceu a força política e econômica de alguns. Como consequência desse fato, de acordo com Dayrell (2008, p. 33), “os territórios tradicionais foram invadidos pelas grandes fazendas e empresas rurais”.

No Norte de Minas Gerais, as consequências dessa situação estão postas na estrutura fundiária atual, em que vários pequenos produtores e comunidades tradicionais não têm a propriedade da terra, mesmo as que ocupam ou que seus ancestrais ocuparam. Nesse contexto das comunidades tradicionais norte-mineiras, destacam-se os quilombolas, haja vista a maior concentração, nessa região, de comunidades remanescentes de quilombos em Minas Gerais, conforme CEDEFES (2008).

O norte de Minas Gerais, conforme palavras de Costa (2005), caracteriza-se pela presença importante de comunidades quilombolas que são remanescentes do estabelecimento de grupos negros aquilombados no interior da Mata do Jaíba, antes

mesmo da chegada dos bandeirantes. Apesar de os quilombolas ocuparem primeiro as terras, principalmente, no vale do rio Verde Grande, ocorreu um processo de expropriação dessas comunidades quilombolas dos seus territórios pelos fazendeiros da região, principalmente após a promulgação da Lei 4504 de 1964, denominada Estatuto da Terra.

Os conflitos entre fazendeiros e quilombolas, no norte de Minas Gerais, agravaram-se, principalmente, a partir de 2004, quando o Governo Federal lançou o Programa Brasil Quilombola (PBQ). Com esse programa, o INCRA intensificou os processos para titulação dos territórios quilombolas.

A etapa inicial do processo para regularização do território quilombola depende da própria comunidade que necessita se auto identificar como quilombola. Cabe destacar que a definição de quilombola, conforme o artigo 2º, do Decreto 4887/2003, trata de “grupos étnico-raciais, segundo critérios de auto atribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida”. Para Schimit, Turatti e Carvalho (2002, p. 4), a definição de comunidade quilombola ou remanescente de quilombo enfatiza, conforme os elementos identidade e território, a “existência de uma identidade social e étnica por eles compartilhada, bem como a antiguidade da ocupação de suas terras”.

Depois de elaborar uma declaração de autorreconhecimento, a comunidade quilombola deve encaminhar esse documento para a Fundação Cultural Palmares, que deve expedir uma Certidão de Autorreconhecimento em nome da comunidade. Com a Certidão de Registro no Cadastro Geral de Remanescentes de Comunidades de Quilombos da Fundação Cultural Palmares, a comunidade deve solicitar ao INCRA a abertura de procedimentos administrativos para regularizar seu território, com a titulação da terra.

Dentro do INCRA, o procedimento inicial é a elaboração do **Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID)**, sendo a etapa mais importante a elaboração participativa do Relatório Antropológico de Caracterização Histórica, Econômica, Sociocultural, Ambiental e Territorial, quando as tecnologias de mapeamento são utilizadas. Depois de elaborado o **RTID**, é aberto o momento para julgamento de possível

contestação. Na sequência, o **RTID** é aprovado, e o INCRA publica uma portaria de reconhecimento que declara os limites do território quilombola.

A partir daí, tem início o processo mais demorado da regularização fundiária das comunidades quilombolas, devido à judicialização pelos advogados dos grandes fazendeiros. Pode-se afirmar que, nesse momento, há um ir e vir de ações tanto do INCRA quanto dos advogados. As delimitações territoriais quilombola foram reconhecidas, administrativa e judicialmente. Assim foi decretada a sua função social, com isso as terras internas pertencentes aos proprietários não quilombolas são desapropriadas. Inicia-se então, de fato, a etapa de desintrusão do território, com a retirada dos ocupantes não quilombolas, por meio de pagamento de indenização.

Finalizando o processo, é então entregue à entidade representativa dos quilombos a titulação definitiva da terra. Assim, a área demarcada no RTID, como território remanescente de quilombo, fica de fato para os quilombolas.

Diante dessa explicação do procedimento para regularização fundiária de terras quilombolas, observa-se que, na etapa da elaboração do **RTID**, há necessidade do mapeamento do território identificado pelos quilombolas. Por isso, as geotecnologias vêm sendo empregadas de maneira crescente na identificação desses territórios. Essa etapa é importante, uma vez que será identificado o espaço a ser titulado para a comunidade. Portanto, o uso da cartografia social deverá seguir uma metodologia que traga fidedignidade às informações dos quilombolas e precisão na escala, para que não haja prejuízos para os quilombolas.

Todo mapeamento das informações é feito tendo como base os dados etnográficos que necessitam recobrir as formas de organização social, a historicidade do grupo e seus processos de territorialidade, as formas de identificação e de autoafirmação vivenciadas, os modos e as práticas de produção manuseados, e os limites territoriais que devem ser transcritos em mapas. Nesta etapa, a equipe multidisciplinar faz uma incursão histórica sobre o processo de ocupação do território em que se considera a historicidade do grupo sobre o espaço reivindicado, a ser verificada pelos marcos de territorialidade inscritos na área, mesmo que não mais existentes, dado o processo de empastamento das terras ou de destruição para “apagamento” dos marcos da territorialidade negra, mas que não foram usurpados da

memória dos membros do grupo. Nesse tipo de trabalho, a Antropologia tem incorporado, da Agronomia, a técnica da caminhada transversal pelo espaço territorial da comunidade, dado que propicia o levantamento de múltiplas informações espaciais. Agrega-se a este caminhar o processo de georreferenciamento dos elementos presentes no espaço, dada a necessidade de constar, no relatório antropológico, os pontos exatos que demarcam a territorialidade e a memória histórica de cada comunidade.

Como pode ser depreendido das informações anteriormente ressaltadas, a utilização do mapeamento territorial para uma nova cartografia social em comunidades quilombolas requer um tratamento interdisciplinar em que algumas ciências como a Antropologia, a Agronomia, a Geografia e a História, cada uma com seus métodos, somam-se para gerar informações que sustentem documentalmente o pleito de regularização fundiária requerido pela comunidade em decorrência do Artigo 68, do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, da Constituição Federal de 1988.

GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO DO TERRITÓRIO QUILOMBOLA: O CASO DAS COMUNIDADES DE TERRA DURA E DE SETE LADEIRAS

A fim de evidenciar, na prática, a contribuição das geotecnologias no processo de demarcação e gestão dos territórios quilombolas, será utilizado o trabalho desenvolvido na comunidade de Terra Dura e de Sete Ladeiras para elaboração do **relatório antropológico, o instrumento que dá partida à construção do RTID.**

Para elaboração do **RTID**, é fundamental a contextualização espacial do território em que devem ser representados a localização da comunidade e os elementos que estão em seu entorno, como unidades de conservação, rios, serras, áreas urbanas, entre outros. Por isso, primeiramente, no campo, recomenda-se a inserção da equipe, constituída por antropólogos, agrônomos, geógrafos e outros profissionais para identificação e mapeamento dos elementos naturais e sociais na região do território da comunidade.

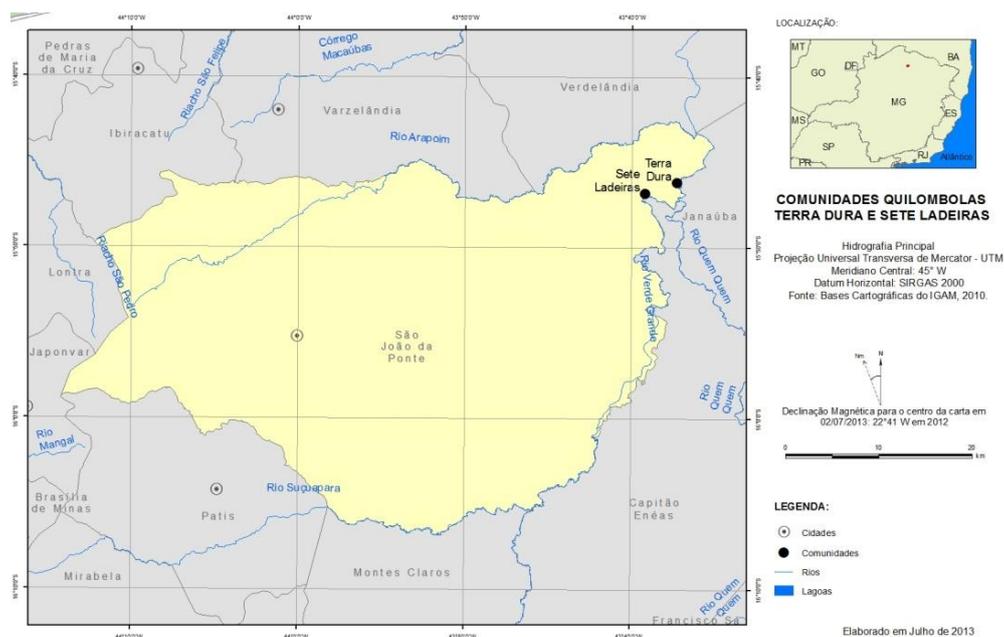
Dessa maneira, deve ser retratada a realidade do espaço historicamente ocupado pela comunidade ao transformá-lo em território de pertencimento e de identidade. Para isso, o sensoriamento remoto associado à visita *in loco* traz contribuições importantes. As imagens de satélite com resolução espacial apropriada, permitirão realizar o

mapeamento situacional do território, implicando com isso uma maior eficácia e rapidez na obtenção dos dados em campo, uma vez que a leitura preliminar do espaço de interesse será realizada por sensoriamento remoto.

O sensoriamento remoto no mapeamento das comunidades de Terra Dura e Sete Ladeiras foi importante para mostrar a localização e os elementos do território, bem como para comparar as ocupações atual e a antiga.

Essas comunidades estão localizadas próximas às divisas dos municípios de São João da Ponte, Capitão Enéas, Janaúba e Verdelândia. Elas estão localizadas no norte de Minas Gerais, situadas a 622 quilômetros de Belo Horizonte, 192 quilômetros de Montes Claros, 65 quilômetros de Janaúba, e 26 quilômetros de Verdelândia, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Localização das comunidades quilombolas de Terra Dura e de Sete Ladeiras.



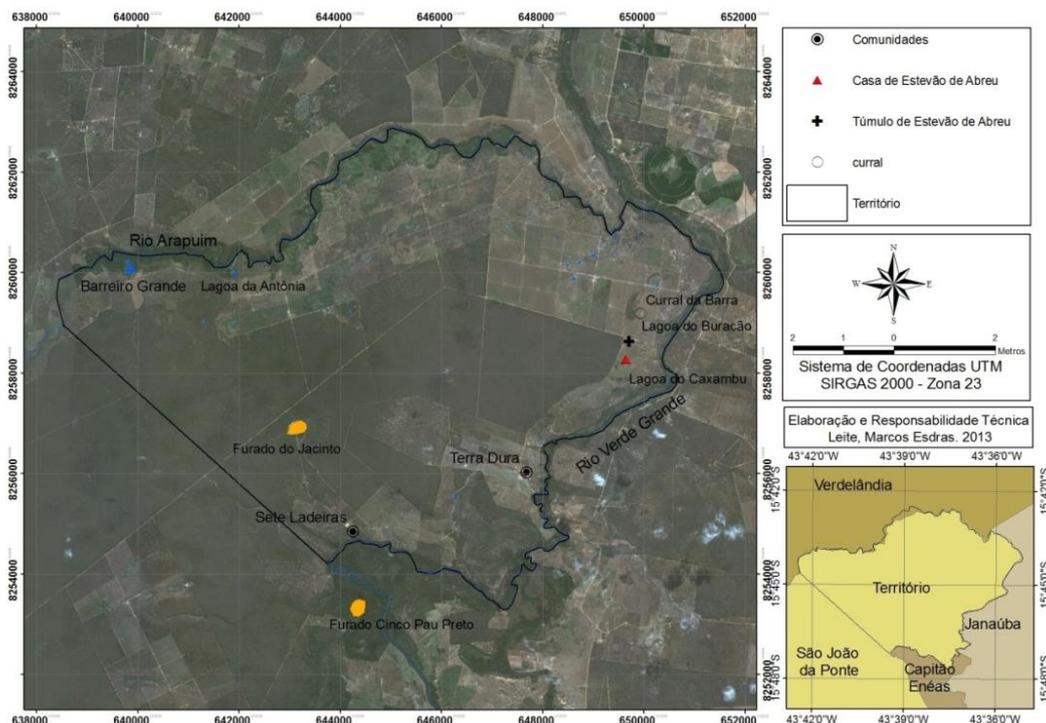
Fonte: IGAM, 2010.

Com a pesquisa antropológica, constatou-se, entre os moradores, que muitos nasceram nas comunidades vizinhas de Manicó e de Bela Vista, e que depois migraram seguindo o curso do rio Verde Grande, até a comunidade de Sete Ladeiras. Nessa comunidade, estabeleceram-se e se casaram para, em seguida, se espalharem pelas redondezas, ocasião em que surgiu a comunidade de Terra Dura. Com essas informações, a equipe valeu-se de técnicas para mostrar que havia uma relação histórica entre as duas

comunidades, por meio do mapeamento dos marcos de territorialidades, o que era desejo dos moradores dessas comunidades.

Os marcos de territorialidade, considerados aqui como *lugares de memória*, por meio dos quais são informados itens significativos na historicidade das comunidades de Terra Dura e de Sete Ladeira. Esses pontos revelam a história singular dessas comunidades. O levantamento feito foi considerado importante, pois também demarcou a identidade quilombola da coletividade. Esses marcos são lugares e edificações que podem ser observados na Figura 3. Nessa etapa, as geotecnologias contribuíram de maneira significativa, pois com o aparelho receptor de sinal do *Global Position System* (GPS) foi georreferenciado os marcos de territorialidade. Essa etapa ocorreu durante a caminhada transversal pelas comunidades. Esse percurso tem a participação de líderes das comunidades para identificação dos pontos a serem registrado.

Figura 3 - Marcos de territorialidade das comunidades de Terra Dura e de Sete Ladeiras.



Fonte: IGAM, 2010.

Além do uso do GPS na construção final do **Relatório Antropológico**, o SIG se tornou útil ao permitir a integração de fontes diversas de informações que podem ser

especializadas e sobrepostas para gerar a caracterização ambiental da área, bem como para mapear elementos da ocupação atual do território reivindicado.

Alguns órgãos oficiais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), o Centro de Pesquisa em recursos Minerais (CPRM), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), entre outros, disponibilizam dados digitais, como imagens de satélite e bases cartográficas vetorizadas, o que facilita o processamento em ambiente SIG, pois reduz o tempo de preparação dos dados. Há que se ressaltar que os parâmetros cartográficos na construção dessas bases vetoriais não são padronizados, e cabe ao técnico fazer essa padronização dos parâmetros de entrada dos dados no SIG para que não haja prejuízos e erros quanto ao mapeamento.

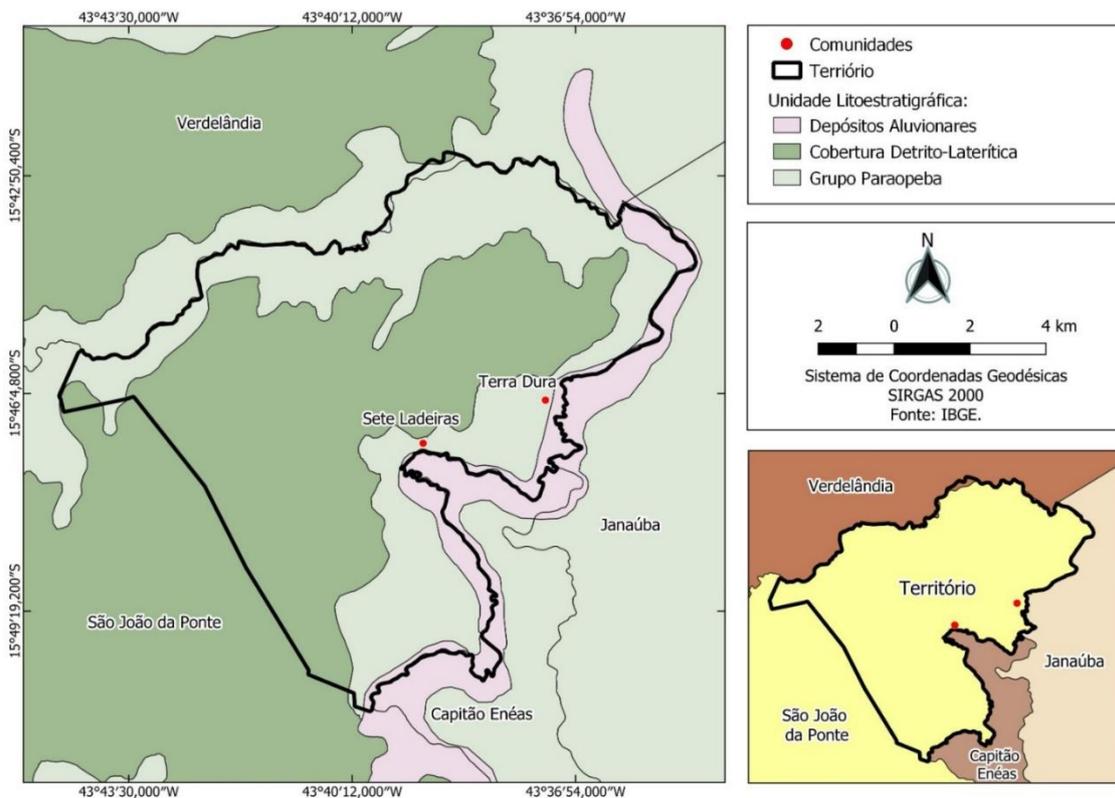
Para a caracterização ambiental da área, o sensoriamento remoto tem contribuído com imagens de alta resolução para mostrar os tipos de vegetação natural presente e as áreas de usos antrópicos, tipificando esses usos. A etapa de caracterização ambiental das comunidades de Terra Dura e de Sete Ladeiras, envolveu uma série de procedimentos metodológicos. Nesse caso, destacaram-se a técnica de observação em campo e a extração de dados, através de mapas, de imagens de satélite e de aparelho de GPS. Essa metodologia foi dividida em etapas operacionais que se integraram no final do procedimento metodológico.

Em campo, a equipe técnica percorreu todo o território para subsidiar o processo de mapeamento ambiental. Por se tratar de uma área de predominância de floresta estacional, denominada localmente de Mata Seca, foi imprescindível a realização do trabalho de campo em dois momentos climáticos distintos: um no período úmido (mês de janeiro) e outro na estação seca (mês de julho). Em laboratório, foi realizado o mapeamento temático da geologia e da geomorfologia, com base nas cartas geológicas e geomorfológicas do Serviço Geológico Brasileiro. Os mapas altimétrico, hipsométrico e do relevo foram obtidos a partir das imagens semi-controladas do radar SRTM, disponibilizadas pelo sistema TOPODATA, no qual consta o banco de dados geomorfométrico do Brasil, do INPE. Com o uso de imagens *RapidEye*, foram gerados os mapas de localização das comunidades e de uso do solo.

Com uso do SIG, as bases cartográficas digitais obtidas pelos órgãos oficiais foram processadas, permitindo gerar os mapas temáticos. Na caracterização ambiental, é importante identificar e analisar aspectos naturais sobre o território das comunidades, pois esses elementos são importantes para mostrar a real situação e a necessidade dos moradores das comunidades. Portanto, os mapas da geologia, da geomorfologia, da pedologia, da fitogeografia e o uso da terra devem constar na caracterização ambiental do território quilombola.

A título de exemplo do que foi feito na caracterização ambiental do **relatório antropológico** das comunidades aqui apresentadas, podemos destacar os mapeamentos geológico e geomorfológico, como expostos na Figura 4. Essas informações da composição natural do território são importantes para a comunidade conhecer seu espaço e definir estratégias de gestão territorial, além de usar no processo de educação das novas gerações das comunidades.

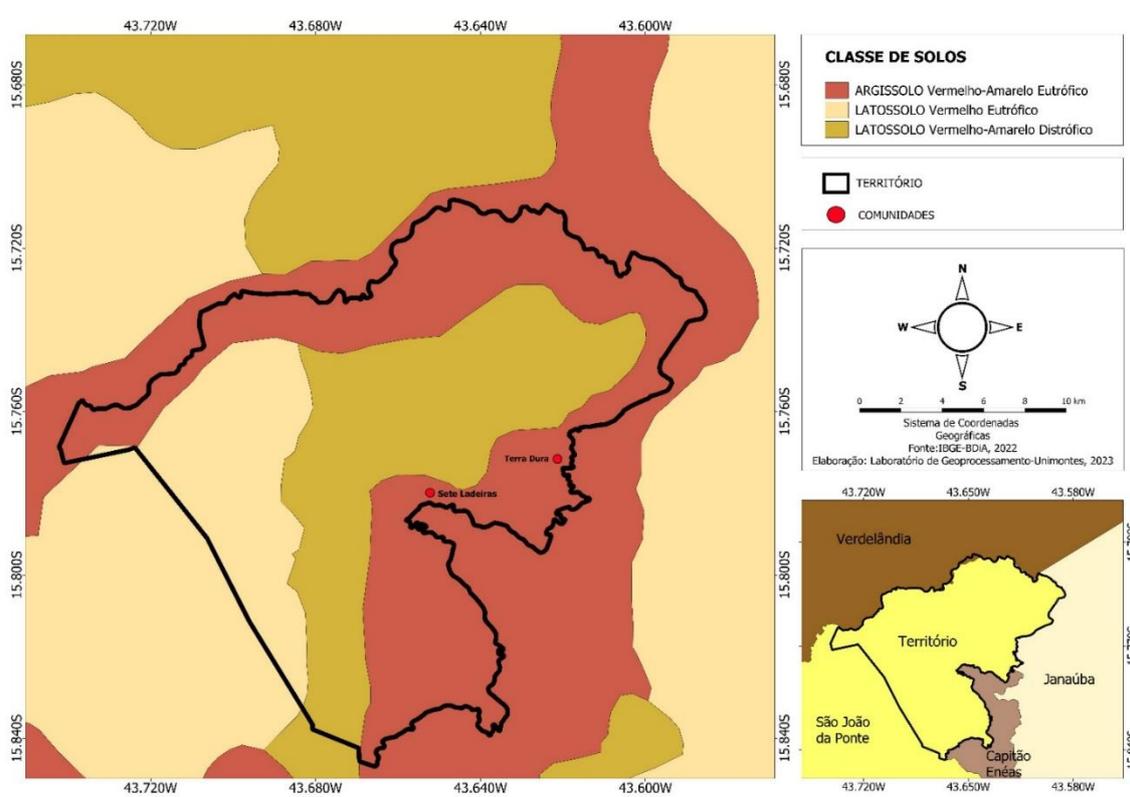
Figura 4 - Mapa geológico das comunidades de Terra Dura e de Sete Ladeiras.



Fonte: IGAM, 2010; CPRM, 2001.

Outro aspecto importante, dentro do contexto da caracterização ambiental, trata dos tipos de solos presentes na área, como mostra a Figura 5. Esse dado é importante para definir as classes de aptidão agrícola do solo. Essas informações poderão ser usadas para o plano de manejo do solo na comunidade e a melhor organização do uso da terra. Além disso, com auxílio das imagens de satélites, é possível mapear o uso atual da terra, o que, associado aos outros dados mapeados, fornecerá conhecimentos da ocupação e uso do solo. Logo, esses dados poderão ser utilizados na gestão territorial e ambiental das comunidades.

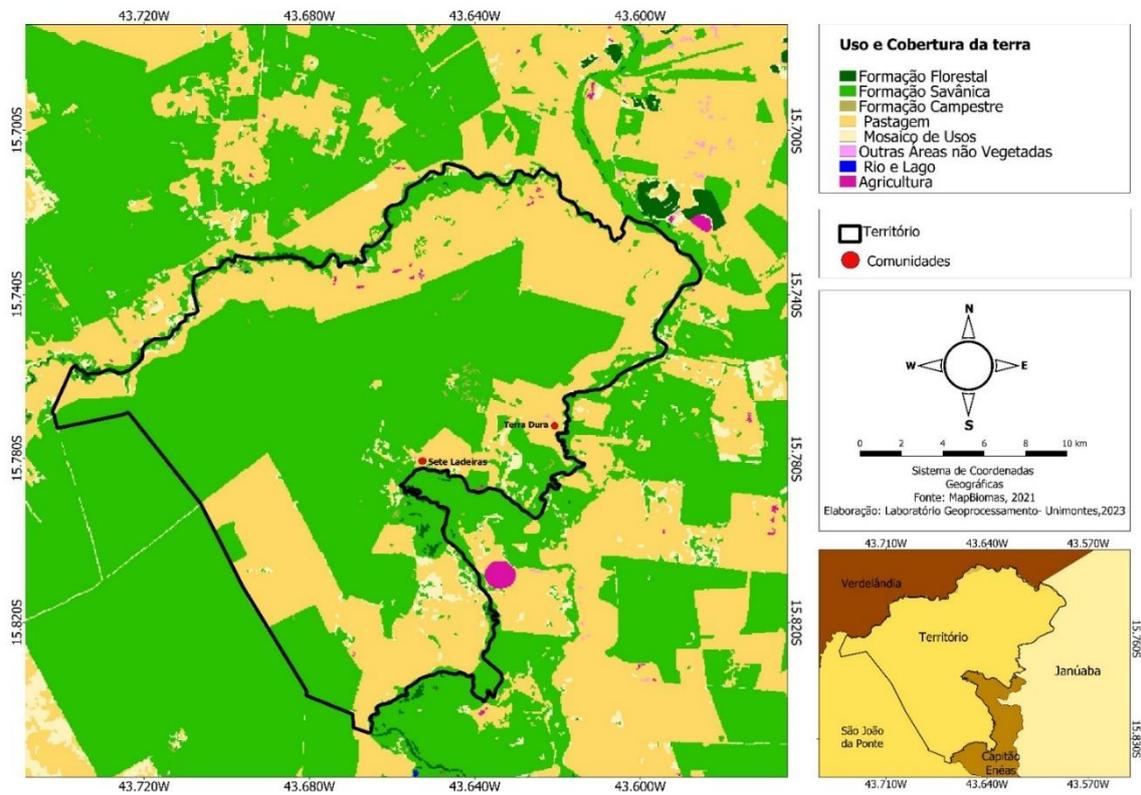
Figura 5 - Mapa de solos das comunidades de Terra Dura e de Sete Ladeiras.



Fonte: IGAM, 2010; CPRM, 2001.

Cabe ressaltar que, durante o trabalho de pesquisa, houve o acompanhamento das lideranças das comunidades. Os resultados dos mapeamentos e a proposta final de demarcação do território foram apresentados em reuniões para as comunidades que validaram essa proposta.

Figura 6 - Mapa de uso e cobertura da terra das comunidades de Terra Dura e de Sete Ladeiras.



Fonte: IGAM, 2010; CPRM, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, as geotecnologias são tratadas como instrumentos que estão à disposição dos atores na construção dos mapas. Dessa forma, o que se pretende é apresentar o potencial operacional desses instrumentos para gerar mapas que representam a realidade local, considerando as limitações técnicas inerentes a qualquer mapeamento. É importante destacar que o uso de quaisquer tecnologias implica presença de poder pelo grupo que a domina. No entanto, o foco da discussão é como essas novas técnicas cartográficas podem e devem ser usadas no processo de mapeamento de território quilombolas.

Neste trabalho, em que é apresentada a experiência de mapeamento para demarcação de território quilombolas, com finalidade de regularização fundiária, o uso das geotecnologias limita a participação da comunidade, haja vista que se trata de uma técnica ainda pouco acessível a comunidades tradicionais. No entanto, mesmo com essas ressalvas, a aplicação dessas tecnologias não descaracteriza o mapeamento como

participativo, uma vez que há a participação da comunidade, inclusive para validação dos resultados.

Diante da experiência aqui relatada, nota-se que a produção de materiais cartográficos sobre as comunidades quilombolas é importante por trazer, para essas localidades, informações naturais e socioeconômicas sobre o espaço no qual estão inseridas. Essas informações poderão ser usadas para o processo de ensino-aprendizagem dos membros dessas comunidades, bem como para uma gestão ambiental e territorial. Outro aspecto resultante da produção dos mapas é a visibilidade dada a essa comunidade que pode “passar” a constar nas cartografias oficiais.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. COLI, L. R. Disputas cartográficas e Disputas Territoriais. *In*: ACSELRAD, H. (org.). **Cartografias sociais e Território**. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 2008, p. 13-44.
- ALMEIDA, A. W. B. de. Terras tradicionalmente ocupadas: processos de territorialização e movimentos sociais. **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**, v. 6, n. 1, 2004, p. 9-32.
- ALMEIDA, A. W. B. de. (org.) **Caderno de debates Nova Cartografia Social: Territórios quilombolas e conflitos**. Manaus: Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia/UEA Edições, 2010.
- ANAYA, Felisa C.; ESPÍRITO-SANTO, Mário M. Protected areas and territorial exclusion of traditional communities. **Ecology and Society**, v. 23, n. 1, 2018.
- ANJOS, R. S. A. Distribuição espacial das comunidades remanescentes de quilombos do Brasil. **Revista Humanidades**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 9 (47): 87-98, 1999.
- ANJOS, R. S. A. dos. Cartografia da diáspora África Brasil. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, p. 261-274, out. 2011.
- ARRUTI, J. M. A. A Emergência dos “remanescentes”: notas para o diálogo entre indígenas e quilombolas. **Mana** 3 (2): 7-38, 1997.
- BRASIL. Decreto nº 4.883, de 20 de novembro de 2003.
- OLIVEIRA, R. C. de. **Identidade, Etnia e Estrutura Social**. São Paulo: Pioneira, 1976.
- CEDEFES – Centro de Documentação Eloy Pereira da Silva. **Comunidades Quilombolas de Minas Gerais no Século XXI – História e Resistência**. Belo Horizonte: Autêntica/CEDEFES, 2008.
- COSTA, J. B. A. Cultura Natureza e populações Tradicionais: o Norte de Minas como síntese da nação brasileira. *In*: **Revista Verde Grande**. Montes Claros: Unimontes/SEMMA, v. 1, n. 3, 2005, pp. 8-45.

COSTA, J. B. de A.; ARAÚJO, E. C. **Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID) da comunidade quilombola de Lapinha/MG**. Montes Claros. INCRA/UNIMONTES, 2013.

COSTA, J. B. de A.; LOPES, C. A. S.; LEITE, M. E.; ALMEIDA, C. Y. M. **Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID) da comunidade quilombola de Sete Ladeira/MG**. São José/SC. Terra Ambiental, 2013.

COSTA, J. B. de A.; LOPES, C. A. S.; LEITE, M. E.; ALMEIDA, C. Y. M. **Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID) da comunidade quilombola de Terra Dura/MG**. São José/SC. Terra Ambiental, 2013.

DAYRELL, C. Povos e comunidades tradicionais em movimentos nos sertões de Minas: em cena, novos sujeitos. **Revista Verde Grande**. Montes Claros. Editora da Unimontes/SEMMA, v. 1, n. 6, 2008, p. 31-41.

DAYRELL, Carlos Alberto. **De nativos e de caboclos: reconfiguração do poder de representação de comunidades que lutam pelo lugar**. 2019. 459 f. Tese. (Doutorado em Desenvolvimento Social). Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Montes Claros, 2019.

DELEUZE, G.; GUATARI, F. Tratado de Nomadologia: La Máquina de Guerra. **Mil Mesetas**. Valência: Pré-Textos, 1988.

FERREIRA, Matheus Vinícius; LEITE, Marcos Esdras; NEVES, Sérgio Leandro Sousa. Nova Cartografia Social e Geotecnologias aplicadas a gestão territorial de comunidades tradicionais. **Caderno de Geografia**, v. 31, p. 613, 2021.

MATIAS, L. F. Por uma economia política das geotecnologias. **Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170-52. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-52.htm> [ISSN: 1138-9788]. Acesso em: 23 jan. 2021.

LITTLE, P. E. Territórios Sociais e Povos Tradicionais no Brasil: por uma Antropologia da territorialidade. **Anuário Antropológico 2002/2003**. Brasília: Editora da UnB, 2005, p. 251-290.

NEVES, Sérgio Leandro Sousa. **Cartografia Decolonial Catrumana**. 2020. 245 f. Tese. (Doutorado em Desenvolvimento Social). Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Montes Claros, 2020.

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luis Silva. Introdução ao geoprocessamento. UFU: **Apostila**. Uberlândia, 2013.

SALIS, H. H. C. de *et al.* Estudo de conflitos de uso da terra na região da comunidade extrativista de Água Boa, em Rio Pardo de Minas-MG. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS*, 2014, Viçosa, MG. **Anais [...]**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014.

SANTOS, Lilian Maria. **“NEM TÃO ESCRAVOS, MAS TAMBÉM NEM TÃO LIBERTOS”: A memória no processo de luta e resistência na defesa do lugar**. 2020. 279 f. Tese. (Doutorado em Desenvolvimento Social). - Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Montes Claros, 2020.

SANTOS, Rafael Pereira; SILVA, Roberta Alves. CARTOGRAFIA SOCIAL. **Mares: Revista de Geografia e Etnociências**, v. 2, n. 2, p. 53-59, 2020.

SCHMITT, A.; TURATTI, M. C. M.; CARVALHO, M. C. P. de. A Atualização do Conceito de Quilombo: Identidade e Território nas Definições Teóricas. **Ambiente & Sociedade** - Ano V – n. 10 - 1º Semestre de 2002, p. 1-6.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ pela bolsa de pesquisa.

Sobre os autores e as autoras

Charlei Aparecido da Silva

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1949183981749520>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5598-7848>

E-mail: charleisilva@ufgd.edu.br

Geógrafo. Doutor em Geografia pela Unicamp (2006). Mestre em Geociências pela Unesp de Rio Claro (2001). Realizou pós-doutoramento na Unesp de Presidente Prudente, no curso de Geografia, em 2014. Docente e pesquisador do curso de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados. Coordenador do Laboratório de Geografia Física – Núcleo de Estudos Estratégicos de Fronteira (LGF-NEEF). Consultor ad hoc de agências de fomento. Editor e parecerista de periódicos científicos nacionais e internacionais. Bolsista produtividade do CNPq (Nível 2).

Emerson Figueiredo Leite

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0091491869222740>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2672-187X>

E-mail: emerson.leite@ufms.br

Professor Associado 3 da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Aquidauana-MS. Licenciado e Bacharel em Geografia (UFMS/CPAQ - 2003), Especialista em Educação Ambiental pelo SENAC/MS (2006), Mestre em Geografia pela UFMS/CPAQ (2007), Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia-MG (2011), pós-doutorado em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD, 2021). Coordena o Laboratório de Geoprocessamento-UFMS/CPAQ. Possui experiência em Geoprocessamento, sensoriamento remoto, cartografia temática e climatologia e suas aplicações educacionais, na análise da paisagem, em bacias hidrográficas.

Andréa Aparecida Zacharias

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8074996481293417>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9992-7927>

E-mail: andrea.zacharias@unesp.br

Possui graduação em Geografia (1996). Mestrado em Geociências e Meio Ambiente (2001) e doutorado em Geografia (2006) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Professora do Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental da FCTE/UNESP-Câmpus de Ourinhos-SP. Orientadora de mestrado e doutorado pelo PPGG/IGCE-UNESP/ Câmpus de Rio Claro - SP. É Líder do Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e Cartografia aplicadas à Geografia (GEOCART/CNPq/Brasil). Tem experiência em Geocartografia, Métodos e Técnicas de Representação Espacial, atuando nas áreas de: a) Cartografia de Paisagens no Estudo do Ambiente; b) Cartografia de Síntese e Integração de Dados no Estudo do Risco; c) Novas Tecnologias, Geovisualização, Mapas Multimídias, Interativos e Animados no Ensino de Geografia.

Elisângela Martins de Carvalho

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5349957210819360>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8457-6319>

E-mail: elisangela.carvalho@ufms.br

Professora do curso de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/ Campus de Aquidauana. Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Campus de Aquidauana. Doutora em Geografia Pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp/ Rio Claro. Coordena o Laboratório de Geologia-CPAQ/UFMS. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Bacias hidrográficas, processos erosivos, cartografia geológica e geomorfológica.

José Flavio Morais Castro

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5049291275377476>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5387-7987>

E-mail: joseflavio@pucminas.br

Geógrafo, graduação realizada no IGC/UFMG entre os anos de 1982 e 1987. Possui Mestrado em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da FFLCH/USP (1990-1993). Foi professor do Curso de Geografia do IGCE/UNESP - Campus de Rio Claro/SP (1995-2004). Possui Doutorado em Geografia pelo IGCE/UNESP - Campus de Rio Claro/SP (1996-2000). Em 2011, realizou estágio de pós-doutoramento na Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP) - Portugal. Em 2013, recebeu a comenda Ordem do Mérito Cartográfico, no grau de Oficial, da Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC). Professor adjunto IV do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial da PUC Minas e do Curso de Geografia da PUC Minas. Possui experiência na área de Cartografia, atua principalmente nos temas ligados às cartografias sistemática e temática, ao geoprocessamento e à Cartografia Histórica

João Batista de Almeida Costa

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6259418645234296>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5642-1398>

E-mail: d.jobacosta@gmail.com

Possui graduação em Ciências Sociais pela Universidade Federal de Minas Gerais (1983), mestrado em Antropologia pela Universidade de Brasília (1999) e doutorado em Antropologia pela Universidade de Brasília (2003). Atua como professor-pesquisador com estudo e pesquisas sobre temáticas culturais vinculadas às populações tradicionais, Sertão, Identidade Regional. No Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Social está vinculado como pós-doutorando.

João Osvaldo Rodrigues Nunes

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4756709773076464>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3924-4056>

E-mail: joao.o.nunes@unesp.br

Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1990), doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002), Pós-doutorado pela Universidade de Alicante, Espanha (2008-2009) e Livre Docência em Geografia

Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2014). Professor Associado III do Departamento de Geografia da FCT/UNESP. Orientador de mestrado e doutorado. Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Geomorfologia, mapeamento geomorfológico, erosão, depósitos tecnogênicos e ambiente.

Leda Correia Pedro Miyazaki

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6763928879571275>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6293-0439>

E-mail: lecpgeo@gmail.com

Doutora em Geografia pela UNESP, Campus de Presidente Prudente. Licenciatura (2003), bacharelado (2005) e mestrado (2008) em Geografia pela UNESP. Professora Associada nível I do Curso de Graduação em Geografia e do PPGGeografia do Pontal (PPGEP) do Instituto de Ciências Humanas (ICHPO) da UFU, Campus Pontal, Ituiutaba-MG. Coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geomorfologia, Pedologia e Dinâmicas Ambientais (GEPDA). Coordenadora do Laboratório de Estudos e Pesquisa em Pedologia, Geomorfologia e Geografia Física (PEDOGEO). Tem experiência na área de Geografia Física, atuando principalmente nos temas ligados a geomorfologia urbana, solos, vulnerabilidade de ambientes e ensino de geografia.

Leonardo da Silva Thomazini

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0474893292065076>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3146-8357>

E-mail: leosthomazini@gmail.com

Licenciado e Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP); Mestrado em 2013 pelo programa de pós-graduação em Geografia da UNESP/ Rio Claro e Doutorado pelo mesmo programa em 2017. Desenvolve pesquisa na área de Geomorfologia e Geomorfologia Urbana e Ambiental. Tendo como objeto de estudo a análise dos processos geomorfológicos em áreas de expansão urbana, bem como as fragilidades ambientais.

Lidiane Perbelin Rodrigues

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6889041515723962>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6799-456X>

E-mail: lidiane_perbelin@hotmail.com

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Pesquisadora do Laboratório de Geografia Física, vinculado ao Núcleo de Estudos Estratégicos de Fronteira (LGF-NEEF). Professora da rede estadual de ensino público de Mato Grosso do Sul. Possui Mestrado em Geografia (2019) e Graduação em Geografia/Licenciatura (2016) pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus de Aquidauana (2012-2016). Parecerista de periódicos científicos.

Lindon Fonseca Matias

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4693699431174767>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0098-771X>

E-mail: lindon@unicamp.br

Bacharel em Geografia pela UNESP - Rio Claro (1990), mestre (1996) e doutor em Geografia Humana (2001) pela USP; Pós-doutorado (2018) na School of Geography and Planning da Cardiff University (Wales, UK); Livre Docente pela UNICAMP (2018); Estância Acadêmica (2022) no Departamento de Geografia da Facultad de Filosofía y Letras da Universidad Autónoma de Madrid (Madrid, Espanha). Professor Associado do Departamento de Geografia da UNICAMP. Coordena o grupo de pesquisa de Geotecnologias Aplicadas à Gestão do Território - GeoGet.

Marcos Esdras Leite

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0392398629237265>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9020-6445>

E-mail: marcos.leite@unimontes.br

Professor do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros-UNIMONTES. Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UNIMONTES e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Social/ UNIMONTES. Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Tem experiência na área de ensino e pesquisa em Geografia, com ênfase em Geotecnologias. Coordenador do Laboratório de Geoprocessamento/UNIMONTES. Bolsista de Produtividade do CNPq.

Matheus Vinicius Ferreira

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9658215118360647>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8941-8400>

E-mail: mmatheusvf@gmail.com

Doutorando em Geografia pelo Instituto de Geociências - UFMG. Mestre em Geografia pelo PPGE - UNIMONTES (2022). Graduado em Geografia pela UNIMONTES (2019). Integrante do grupo de pesquisa RIVUS - Geomorfologia e Recursos Hídricos e do núcleo de pesquisa HIDROS - Hidrogeografia e Segurança Hídrica da UFMG. Pesquisador da Rede Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia - PNCSA, núcleo Minas Gerais.

Melina Fushimi

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1644100642789211>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3682-4701>

E-mail: melina.fushimi@unesp.br

Professora Assistente do Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Rio Claro. Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão, Câmpus de São Luís (2018-Atual). Pós-Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (2020). Doutora (2016), Mestre (2012), Bacharela (2009) e licenciada (2008) em Geografia pela Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Presidente Prudente. Pesquisa na área de Geografia, com ênfase em Pedologia, Geomorfologia, Geoprocessamento e Ambiente.

Paula Cristiane Strina Juliasz

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/627509277732219>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4820-1616>

E-mail: paulacsj@usp.br

Doutora em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), mestra e graduada em Geografia pela UNESP - Rio Claro. Professora Doutora do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Faculdade de Filosofia da FFLCH - USP. Líder do Grupo de Pesquisa Cartografia e Pensamento Espacial na Educação Geográfica (CPEGEO) e editora-chefe da Revista GeoUSP: espaço e tempo. Atua nas áreas de Cartografia Escolar e Ensino de Geografia.

Rafael Brugnolli Medeiros

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4983120676722029>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0419-655X>

E-mail: rafaelmedeiros@ufgd.edu.br

Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2013), doutorado em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados (2020) e Pós-doutorado pela Universidade Estadual do Maranhão (2022). Professor Visitante do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados e pesquisador vinculado ao Laboratório de Geografia Física. Desenvolve pesquisas na área da Geografia Física, com ênfase em Geoprocessamento, Planejamento e Gestão Ambiental, Recursos Hídricos, Paisagem e Dinâmicas Territoriais.

Régia Estevam Alves

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5826456409700808>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1178-9479>

E-mail: regiaestevam@gmail.com

Doutora em Geografia pela Universidade Nova de Lisboa. Pesquisadora focada em estudos sobre degradação do solo/terra. Foi Embaixadora Regional da YouthMappers 2020-2022, onde trabalhou em atividades de mapeamento colaborativo e humanitário desenvolvidas por universidades de diferentes países. É membro dos grupos da FAO: NETSOB (International Network on Soil Biodiversity); INSOP (International Network on Soil Pollution).

Ruy Moreira

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6590336518796945>

E-mail: ruymoreira@uol.com.br

É graduado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ (1970). Mestre em Geografia por esta mesma Universidade (1984). Doutor em Geografia (Geografia Humana) pela Universidade de São Paulo-USP (1994) e Doutor Honoris Causa pela Universidade Estadual do Ceará-UECE (2016). Professor permanente do curso de pós-graduação da Universidade Federal Fluminense (UFF), e professor permanente do curso de pós-graduação (mestrado) em Geografia da FFP-UERJ. E autor de mais de 14 livros e diversos textos em capítulos de livros e artigos publicados em diferentes periódicos nacionais e estrangeiros. Dedicado a questões de ontologia

e epistemologia da Geografia e da singularidade do país-total Brasil, busca compreender sua pluralidade, estrutura e significado.

Valdir Adilson Steinke

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5334844470201838>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8738-6975>

E-mail: valdirs@unb.br

Geógrafo, Mestrado em Geologia, Doutorado em Ecologia. Professor no Departamento de Geografia da Universidade de Brasília. Coordenador do Laboratório de Geoiconografia e de Multimídias – LAGIM e do Núcleo de Estudos da Paisagem – VERTENTE. Atua nas áreas de análise da paisagem, gestão e modelagem de recursos hídricos, formação de professores de geografia, geoiconografia e multimídias.

Vitor Matheus Bacani

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4907195645708113>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8650-0780>

E-mail: vitor.bacani@ufms.br

Possui licenciatura e bacharelado em Geografia pela UFMS/CPTL, mestrado em Geografia pela UFMS/CPAQ e doutorado em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (FFLCH/USP). Realizou pós-doutorado na Université de Rennes 2, França, e é Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. Consultor ad hoc para várias revistas científicas. Tem experiência nas áreas de Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica, Modelagem de Sistemas Ambientais, Bacias Hidrográficas, Pedologia, Zoneamento Ambiental, Ordenamento Territorial e Pantanal.

Índice remissivo

- Acumulação, 14, 15, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 28, 31, 38, 42
- Alfabetização, 74, 94
- Ambiental, 16, 18, 20, 32, 33, 125, 129, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 139, 140, 145, 151, 153, 156, 157, 189, 231, 240, 242, 280, 287, 290, 295, 297, 298, 300, 302, 304, 306, 307, 309, 311, 315, 317, 319, 344, 348, 349, 350, 353
- Análise, 13, 29, 49, 50, 51, 52, 55, 63, 71, 72, 73, 75, 84, 95, 96, 97, 98, 102, 104, 105, 108, 109, 116, 117, 119, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 135, 136, 142, 143, 148, 150, 151, 156, 158, 168, 171, 176, 180, 183, 185, 212, 219, 220, 223, 228, 231, 233, 235, 242, 247, 248, 249, 250, 268, 272, 274, 281, 290, 296, 299, 303, 309, 310, 316, 317, 322, 323, 332
- Analítica, 33, 55, 58, 59, 72, 73, 74, 95, 118, 139, 143, 166, 167
- Analógica, 72, 109, 118, 121
- Aplicativo, 48, 95, 165, 172, 181, 182, 183, 184, 185, 198, 199, 203, 209
- Automação, 95, 118, 127
- Avaliação, 116, 119, 129, 131, 171, 242, 249, 251, 261
- Bacia hidrográfica, 223, 233, 267, 270, 272, 274, 279, 290, 315, 316, 317, 318, 320, 323, 325, 326, 327, 329, 331
- Banco de dados, 72, 96, 119, 126, 127, 132, 134, 135, 225, 228, 229, 296, 323
- Brasil, 79, 83, 94, 107, 126, 131, 133, 180, 189, 190, 202, 206, 213, 247, 264, 270, 297, 298, 301, 305, 318
- Buffer*, 226
- Cartografia, 15, 30, 42, 43, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 91, 94, 95, 96, 102, 105, 106, 108, 116, 117, 120, 121, 130, 132, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 143, 147, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 172, 173, 174, 181, 185, 189, 200, 201, 206, 216, 268, 270, 290, 296, 337, 338, 339, 340
- Cartografia social, 43, 338, 339, 344, 345
- Categorias, 29, 30, 37, 49, 63, 64, 183, 251, 256
- Cenário, 128, 130, 136, 140, 141, 143, 145, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 220, 240, 242, 243, 245, 251, 255, 259, 260
- Ciência, 13, 29, 36, 48, 49, 50, 52, 53, 57, 62, 63, 64, 87, 88, 89, 91, 117, 119, 164, 166, 167, 170, 189, 194, 215, 295, 315
- Classes, 33, 49, 85, 99, 142, 146, 152, 153, 154, 156, 226, 245, 247, 248, 250, 252, 255, 256, 273, 274, 275, 277, 281, 284, 285, 286, 287, 288, 297, 298, 303, 304, 309, 310, 311, 319, 322, 350
- Classificação, 137, 144, 145, 146, 153, 184, 260, 273, 316, 317, 318, 319, 320, 322
- Código, 85, 99, 192, 196, 206, 207, 208, 209, 213, 224
- Computador, 75, 88, 95, 96, 102, 105, 119, 121, 127, 128, 141, 200, 207
- Conservação, 132, 133, 145, 148, 224, 226, 229, 231, 247, 287, 295, 299, 306, 307, 308, 316, 339, 346
- Degradação, 33, 287, 298, 310, 311, 315, 317
- Desespacialização, 15, 19, 20
- Desigualdades, 64
- Desmatamento, 258, 311, 315, 331
- Desterritorialização, 20, 31
- Diagnóstico, 129, 156, 295, 316, 326, 330
- Didática, 185
- Digital, 71, 72, 74, 95, 96, 99, 100, 102, 103, 108, 121, 141, 172, 173, 182, 185, 200, 202, 204, 205, 209, 249, 269, 272, 296, 317, 320, 321, 323
- Dinâmica, 39, 102, 105, 116, 122, 123, 124, 129, 132, 133, 134, 137, 139, 144, 150, 151, 152, 155, 156, 158, 174, 203, 205, 219, 220, 231, 233, 235, 241, 242, 243, 248, 260, 268
- Educação, 85, 88, 89, 132, 133, 134, 144, 174, 208, 243
- Epistemologia, 48, 51, 53, 54, 56, 58, 61, 64, 69, 164

- Escala, 18, 24, 26, 27, 36, 39, 40, 42, 80, 83, 96, 98, 101, 141, 142, 153, 154, 155, 158, 159, 174, 180, 182, 184, 200, 219, 222, 223, 233, 260, 273, 297, 320, 344
- Espacial, 20, 21, 24, 25, 27, 29, 32, 33, 35, 40, 41, 58, 71, 72, 73, 75, 76, 84, 92, 95, 96, 99, 104, 105, 108, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 126, 127, 129, 135, 138, 139, 141, 147, 148, 149, 150, 152, 154, 156, 157, 158, 165, 166, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 179, 181, 185, 213, 219, 220, 226, 240, 241, 242, 245, 249, 254, 255, 268, 275, 316, 322, 338, 345, 346
- Espaço, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 48, 56, 59, 60, 62, 64, 65, 73, 75, 76, 83, 95, 97, 99, 109, 117, 127, 129, 137, 138, 142, 143, 152, 154, 155, 157, 164, 165, 166, 169, 171, 172, 173, 176, 177, 179, 181, 183, 203, 219, 220, 233, 240, 241, 295, 303, 310, 315, 337, 338, 339, 340, 344, 345, 346, 350, 353
- Fluxograma, 75, 244, 245
- Fragilidade, 128, 137, 139, 144, 146, 151, 153, 154, 157, 240, 267, 270, 280, 285, 291, 298, 299, 316
- Geocológico, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 317, 323, 325, 327, 332
- Geoespaciais, 105, 106, 124, 127, 132, 134, 135, 158, 189, 190, 191, 192, 194, 196, 198, 203, 206, 207, 209, 211, 212, 213
- Geoinformação, 117, 120, 130, 132, 134, 135, 141, 142
- Geotecnologias, 13, 29, 30, 36, 37, 56, 75, 84, 95, 108, 109, 119, 129, 132, 133, 295, 296, 315, 337, 339, 340, 344, 345, 347, 352
- Geovisualização, 59, 71, 72, 75, 101, 105, 106, 107, 108, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 132, 134, 158
- Global, 15, 24, 28, 119, 180, 189, 191, 192, 206, 207, 208, 215, 247, 251, 255
- Gráfica, 42, 54, 59, 64, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 81, 82, 84, 88, 89, 91, 93, 96
- Hierarquia, 33, 56, 102, 139, 148, 152, 177, 320
- História, 15, 16, 18, 19, 25, 33, 40, 41, 49, 52, 53, 54, 56, 62, 73, 74, 75, 85, 87, 106, 108, 117, 164, 207
- Humanitário, 189, 190, 191, 194, 196, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 210, 211, 213, 215, 216
- IBGE, 83, 319
- Ilustrações, 85, 201
- Indicadores, 129, 130, 139, 144, 145, 146, 151, 159, 197, 259, 290
- Informação, 53, 59, 71, 73, 75, 88, 89, 90, 91, 92, 99, 105, 118, 119, 120, 121, 125, 126, 129, 135, 138, 139, 141, 142, 144, 152, 157, 170, 173, 182, 226, 296
- interatividade, 72, 103, 106, 118, 121, 124, 158, 165, 172, 174, 183
- Interativo, 71, 102, 103, 106, 108, 119, 121, 125, 165, 174, 180, 181, 185
- Interdisciplinar, 119, 129, 150, 164, 180
- Interface, 73, 75, 103, 106, 119, 121, 122, 124, 142, 143, 159, 182, 184, 260
- Internacional, 24, 26, 27, 83
- Internet, 104, 106, 124, 165, 170, 172, 173, 174, 179, 185, 198, 203, 204, 208
- Lavouras, 279
- Linguagem, 36, 37, 38, 43, 52, 53, 55, 58, 59, 91, 139, 140, 157, 164, 165, 174, 179, 185, 297
- Local, 15, 22, 26, 39, 201, 207, 214, 279
- Lugar, 5, 14, 20, 21, 23, 33, 63, 127, 140, 176, 177, 189, 191, 192, 210
- Mapas temáticos, 74, 84, 85, 93, 139, 150, 158, 226, 297, 303, 317, 319, 349
- Mapeamento, 48, 53, 74, 83, 85, 105, 120, 124, 125, 129, 130, 132, 134, 135, 141, 142, 148, 153, 157, 158, 167, 171, 178, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 225, 240, 245, 247, 251, 253, 254, 255, 260, 274, 277, 281, 318, 332
- Método, 29, 35, 37, 49, 50, 51, 52, 80, 81, 82, 89, 102, 118, 130, 140, 145, 147, 148, 150, 157, 158, 228, 259, 322
- Modelagem, 102, 120, 129, 130, 132, 133, 137, 139, 143, 145, 147, 149, 150, 151, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 251, 260
- Modelos, 53, 97, 104, 127, 150, 151, 158, 167, 171, 225, 240, 242, 243, 259, 260, 261
- Multimídias, 119, 121, 124, 158, 172, 174, 180, 358

- Natureza, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 43, 49, 53, 56, 136, 144, 151, 152, 157, 158, 180, 240, 241, 298, 299, 300, 317, 327
- Online*, 105, 106
- OpenStreetMap*, 108, 189, 190, 192, 194, 195, 196, 199, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 213
- Paisagem, 14, 17, 28, 33, 34, 36, 40, 116, 124, 129, 131, 132, 133, 136, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 148, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 158, 219, 220, 230, 231, 233, 252, 271, 272, 297, 298, 299, 302, 309, 316, 319
- Paradigma, 22, 28, 38, 41, 42, 55, 58, 59, 88, 89, 120, 121, 122, 123, 125, 140, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 219
- Pensamento, 36, 49, 50, 51, 53, 55, 56, 57, 61, 64, 78, 104, 105, 118, 126, 140, 149, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 175, 176, 177, 180, 185
- Percepção, 13, 32, 36, 54, 58, 88, 89, 91, 105, 175, 178, 185
- Perfil, 33, 37, 125, 132, 134, 220, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 231, 233, 234, 235, 279, 280, 281, 317, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329
- Pixel, 100, 227, 248, 272, 322
- Planejamento, 24, 73, 74, 85, 125, 126, 128, 132, 133, 137, 139, 147, 156, 174, 175, 177, 189, 190, 199, 202, 214, 219, 220, 240, 242, 247, 261, 296, 298, 315, 316, 317
- Plataformas, 108, 118, 119, 121, 122, 124, 165, 166, 189, 198, 200, 204, 205
- Política, 32, 34, 51, 63, 65, 73, 117, 128, 137, 145, 156, 158, 202, 259, 260, 261, 299
- Primórdios, 16, 71, 201
- Raster*, 99, 100
- Recursos, 52, 71, 72, 73, 81, 84, 93, 96, 102, 106, 107, 108, 109, 118, 121, 122, 125, 158, 165, 174, 180, 190, 198, 200, 240, 273, 277, 282, 287, 296, 298, 299, 311, 315, 316, 317
- Relevo, 14, 39, 40, 72, 80, 81, 82, 100, 144, 221, 222, 224, 231, 233, 267, 268, 269, 270, 272, 273, 274, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 287, 288, 289, 290, 291, 298, 299, 300, 310, 315, 322, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331
- Remanescentes, 302, 322, 331
- Representação, 13, 29, 32, 35, 38, 42, 43, 50, 56, 59, 62, 63, 64, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 81, 82, 83, 85, 88, 90, 91, 93, 96, 97, 100, 102, 116, 117, 118, 121, 122, 127, 131, 134, 136, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 148, 150, 152, 153, 155, 157, 159, 164, 165, 167, 170, 178, 182, 219, 223, 229, 241, 242, 244, 248, 254, 275, 295, 296, 300
- Semiologia, 31, 42, 43, 59, 64, 74, 89, 91, 93, 106, 108, 121, 124, 140, 153, 159
- Sensor, 108, 322
- Sensoriamento remoto, 75, 83, 84, 96, 127, 206, 240, 251, 296, 338, 339, 346, 349
- SIG, 37, 71, 95, 96, 97, 108, 119, 224, 230, 272, 273, 274
- Símbolos, 34, 72, 80, 81, 82, 85, 91, 103, 130, 142
- Simulação, 97, 184, 240, 241, 245, 248, 251, 255, 257, 258, 260
- Síntese, 42, 43, 59, 104, 105, 116, 117, 118, 120, 121, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 147, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 168, 268
- Sistema, 17, 27, 28, 31, 53, 59, 79, 80, 85, 90, 91, 95, 97, 119, 124, 125, 142, 150, 153, 158, 176, 182, 209, 241, 273, 279, 284, 286, 290, 315, 316, 323
- Sistemática, 52, 73, 74, , 75, 81, 83, 84, 108, 130, 219
- Sociedade e natureza, 18, 157, 299, 300
- Softwares*, 72, 93, 95, 96, 105, 106, 119, 124, 127, 199, 206, 209, 220, 224, 225, 230, 235, 259, 296, 321, 323
- Superfície terrestre, 13, 31, 36, 39, 40, 41, 98, 121, 241, 299
- Técnicas, 22, 25, 29, 34, 48, 52, 53, 56, 61, 71, 72, 73, 74, 79, 80, 81, 93, 95, 99, 102, 103, 105, 108, 109, 118, 119, 120, 126, 127, 132, 135, 141, 158, 166, 178, 219, 223, 224, 249, 268, 295, 296, 297, 306, 307, 308, 310, 311, 317, 318
- Tecnologias, 14, 27, 72, 95, 105, 119, 122, 136, 173, 174, 179, 296, 317
- Teoria-técnica, 29, 42
- Territorial, 24, 26, 27, 28, 29, 83, 137, 138, 177, 202, 220, 260, 272, 298, 316, 332
- Territorialidade, 21, 28, 339, 340, 344, 345, 347, 348

Território, 32, 56, 59, 124, 158, 219, 247,
299, 300, 339, 340, 343, 344, 345, 346,
348, 349, 351, 352
Território quilombola, 313, 316, 319, 320,
321, 325
Tratamento, 73, 75, 95, 119, 120, 126, 129,
130, 135, 139, 141, 149, 168, 224, 225,
296, 360
Unidades, 136, 145, 147, 148, 152, 189,
219, 220, 224, 226, 229, 233, 235, 277,
279, 290, 295, 315
Uso e cobertura, 127, 137, 144, 153, 223,
224, 226, 229, 230, 233, 235, 240, 241,
242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 251,
252, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 322,
330
Vetor, 99
Vetorização, 227, 269, 320
Visualização, 34, 55, 58, 59, 101, 102, 103,
104, 105, 108, 117, 118, 119, 120, 121,
125, 166, 168, 169, 322
Vulnerabilidade, 93, 132, 133, 137, 148,
230, 240, 296, 297, 298, 299, 300, 302,
303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310,
311
Web, 102, 105, 106, 108, 119, 173, 174,
203, 204
YouthMappers, 190, 191, 192, 193, 194,
195, 196, 197, 198, 199, 204, 205, 206,
209, 210, 211, 212, 213, 215

CAR TO & GRA & FIA geotecnologias

Conceitos e aplicações

