

CONSTRUINDO ALTERNATIVAS DIDÁTICAS: O USO DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA O ESTUDO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA GEOGRAFIA ESCOLAR

Breno Barros de Oliveira

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Licenciatura em Geografia, Centro de Ciências Humanas e Letras, Teresina, PI, Brasil
iberobarros@gmail.com

Bartira Araújo da Silva Viana

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Docente do Curso de Geografia, Centro de Ciências Humanas e Letras, Teresina, PI, Brasil
bartira.araujo@ufpi.edu.br

RESUMO

Este estudo pauta-se em destacar o potencial didático das imagens de satélite em aulas de Geografia, com ênfase no estudo da degradação ambiental. Especificamente, busca-se: a) percorrer sobre o histórico das geotecnologias, destacando propositivas de sua integração à Educação Básica; b) discutir sobre o uso de imagens de satélite como material didático no ensino de Geografia; c) apresentar a abordagem de um caso de degradação ambiental com imagens de satélite, mediante orientações propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) referentes ao 5º ano do Ensino Fundamental. A concretização dos objetivos se deu mediante pesquisa bibliográfica. O desenvolvimento da proposta didática acompanhou a seleção prévia de um tema sobre a degradação ambiental: As áreas de extração de seixos e massará na região Norte de Teresina-PI para o setor da construção civil. Foram coletadas imagens Landsat 5-TM do município de Teresina-PI no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no programa *Google Earth Pro*. Os resultados indicaram que os produtos do sensoriamento remoto são alternativas para a identificação de ambientes degradados, familiarização com o objeto de estudo e leitura de impactos ambientais. Entretanto, a aplicação desses recursos demanda adaptações em conformidade com a infraestrutura escolar e metodologia empregada pelo professor.

Palavras-chave: Geotecnologias no ensino de Geografia. Recursos didáticos. Sensoriamento remoto. Ambientes degradados.

BUILDING DIDACTIC ALTERNATIVES: THE USE OF SATELLITE IMAGES FOR THE STUDY OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN SCHOOL GEOGRAPHY

ABSTRACT

This paper highlights the didactic potential of satellite images in Geography classes, with emphasis on the study of environmental degradation. Specifically, it aims to: a) outline the history of geotechnologies, highlighting proposals for their integration to basic education; b) discuss the use of satellite images as didactic material to be used in geography teaching; c) propose a case study about environmental degradation using satellite images, according to the guidelines proposed by the Brazilian National Common Curricular Base (Base Nacional Comum Curricular, BNCC) pertaining to teaching 5th grade of Brazilian elementary education. Objectives were achieved through bibliographical research. The development of the didactic proposal was oriented by a previously selected theme on environmental degradation: "the areas of pebble and massará extraction in the northern region of Teresina-PI for the civil construction sector". Landsat 5 images from the municipality of Teresina-PI were collected from the Brazilian National Institute for Space Research (INPE) website and from Google Earth Pro software. Results indicate that the products of remote sensing are alternatives for identification of degraded environs, for familiarization with studied objects and for reading environmental impacts. However, applying such resources requires adaptations in conformity with the school infrastructure and the methodology employed by the teacher.

Keywords: Geotechnologies in Geography teaching. Didactic resources. Remote sensing. Degraded environs.

INTRODUÇÃO

A Geografia praticada no contexto escolar tem relevância para a formação de crianças, jovens e adultos, uma vez que, ao propor abordagens de conteúdos vinculados, por exemplo, aos

componentes físico-naturais do território, ao cenário geopolítico e à relação sociedade e natureza, cumpre um papel importantíssimo que diz respeito à formação cidadã desses sujeitos, justificando sua relevância no currículo escolar. Portanto, é uma ciência dedicada ao estudo do espaço geográfico. Na perspectiva de Santos (2006, p. 39), o espaço geográfico agrega “[...] um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único no qual a história se dá”.

A leitura do espaço geográfico é basilar para a alfabetização e formação de sujeitos críticos e emancipados, porque não se traduz apenas na leitura cartográfica, envolve ainda o cotidiano e as relações nele estabelecidas: do significado do trabalho para a sociedade, da função de agentes que transformam paisagens naturais, rurais e urbanas, indicando o acúmulo de histórias, formas, tempos e culturas (CALLAI, 2005). Nesse ínterim, o dilema ambiental se faz presente, sobretudo a degradação ambiental acentuada pela ação humana, amplamente discutida na atualidade, afetando comunidades e ecossistemas.

Contribuir para a formação de educandos capazes de ler a própria realidade socioambiental perfaz um caminho desafiador no ensino de Geografia, evidenciando um quadro necessário de debates que abarquem o uso de recursos didáticos e metodologias que possam contribuir positivamente no processo de ensino e aprendizagem de alunos da Educação Básica. Soma-se a isso a necessidade de mobilizar conteúdos e situações geográficas que favoreçam o desenvolvimento de práticas educativas mais significativas.

Façanha, Viana e Portela (2011, p. 26) entendem que “Os materiais didáticos são instrumentos imprescindíveis à atividade educativa, na condição de um trabalho docente inovador e bem-sucedido, expressão do que seja uma aula agradável e estimulante”. Assim sendo, observa-se o anseio pela inserção de tecnologias espaciais no ensino da Ciência Geográfica tendo em vista as suas categorias e as relações decorridas no espaço geográfico (MOTA e CARDOSO, 2007).

A expressiva difusão das geotecnologias nas últimas décadas tem permitido o estudo pormenorizado de sistemas aquáticos e ambientes terrestres, auxiliando na coleta e integração de conhecimentos das Geociências. É no amalgamado das geotecnologias que se destacam as imagens de satélite, oriundas da técnica de sensoriamento remoto, constituindo um recurso didático potencial.

De acordo com Moraes e Florenzano (2005), organizações internacionais, agências espaciais e educadores vêm demonstrando interesse na disseminação dos produtos do sensoriamento remoto para o Ensino Fundamental e Médio, porque as imagens de satélite permitiriam o estudo correlacionado entre o meio ambiente e a sociedade, estimulando a conscientização dos educandos frente à conservação do planeta.

As imagens captadas pelos sensores remotos podem ser utilizadas como novas alternativas de representação da superfície terrestre ao oportunizarem a leitura do espaço vivido, o trabalho com escalas locais e globais, aproximando as crianças das temáticas presentes no ambiente onde estão inseridas (MARTINS; SEABRA; CARVALHO, 2013).

Ante o exposto, constitui-se de relevância a formação de sujeitos conscientes e a democratização do acesso às manifestações técnicas, científicas e culturais. O ensino geográfico intermediado por recursos didáticos tecnológicos é um dos principais meios para que valores e atitudes coesos às demandas contemporâneas sejam alcançados, em razão do seu objeto de estudo, natureza interdisciplinar e intencionando o estudo de questões-problemas subordinadas ao espaço geográfico.

A degradação ambiental é uma dessas problemáticas, pois, conforme Brasil (1997a), ela é entendida como uma alteração e desordem no meio ambiente com significativos impactos negativos na fauna, flora e recursos naturais. Aponta-se ainda que, embora possa ter gênese natural, a degradação causada pela sociedade é a mais preocupante, visto que as atividades humanas nocivas repercutem no meio físico-biológico e socioeconômico, afetando a saúde humana e o equilíbrio dos ecossistemas.

As formas mais comuns de deterioração do meio ambiente são a poluição (sonora, visual, do ar, do solo e da água) e a erosão. Os processos citados comumente estão relacionados às práticas humanas de desmatamento, queimadas, emissão de gases poluentes, descarte inadequado de produtos químicos e sintéticos e a intensa exploração de recursos naturais. Esses assuntos podem apresentar complexidades e abstrações, principalmente quando estudados por crianças do Ensino Fundamental. E por que não intermediar a leitura de ambientes deteriorados com tecnologias de ponta?

Posto isto, este estudo pauta-se em destacar o potencial didático das imagens de satélite em aulas de Geografia, com ênfase no estudo da degradação ambiental. Especificamente, busca-se: a) discorrer sobre o histórico das geotecnologias, destacando propositivas de sua integração à Educação Básica; b) discutir sobre o uso de imagens de satélite como material didático no ensino de Geografia; c) apresentar a abordagem de um caso de degradação ambiental com imagens de satélite, mediante orientações propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) referentes ao 5º ano do Ensino Fundamental.

METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico concretizou a etapa inicial desta pesquisa por fornecer aporte teórico, metodológico e técnico. Conforme Gil (2002), a pesquisa bibliográfica e documental se utiliza de fontes escritas, o pesquisador recorre aos materiais já elaborados por outros. Foram consultados livros, artigos científicos, monografias, dissertações, teses e páginas da *internet*.

Ainda na primeira etapa, deliberou-se pela seleção de um tema sobre degradação ambiental que conduziria à discussão da proposta didática. Mediante consultas bibliográficas, o tema escolhido foi “mineração em áreas urbanas: o caso das áreas de extração de massará e seixos na região Norte da cidade de Teresina, Piauí”. Para o desenvolvimento das discussões específicas que envolveriam o caso mencionado, realizou-se um recorte orientado ao 5º ano do Ensino Fundamental expresso pela BNCC. A escolha desta série se deve pelo fato da proximidade com que as unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades têm com as propostas elaboradas neste estudo.

A segunda etapa definiu a escolha e tratamento das imagens de satélite. Num primeiro momento, houve coleta no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), acessando-se a página: www.dgi.inpe.br/CDSR (o instituto dispõe de outros *links*, a depender do satélite com o qual se trabalhará, neste caso, as imagens do Landsat-5 estão no *link* já citado). No *site* do instituto são realizados os seguintes procedimentos para a aquisição de imagens, veja abaixo:

- 1º Realizar o cadastro (se o usuário não o possui);
- 2º Clicar em “entrar”, inserir nome de usuário e senha;
- 3º Inserir os parâmetros básicos na grade situada à esquerda da página;
- 4º Selecionar país, município e estado e clicar em “executar”, clicar sobre o nome do município;
- 5º Logo após, clicar em “navegar”;
- 6º Será aberta uma interface gráfica com as cenas, devendo-se clicar na cena correspondente à localidade almejada;
- 7º O sistema abrirá uma grade com imagens de diferentes datas, basta escolher a que contempla a sua finalidade, clicar sobre e depois selecionar “colocar no carrinho”;
- 8º Clicar no “carrinho” e solicitar o pedido. O remetente recebe em instantes uma mensagem de *e-mail* com os *links* para realizar o *download* dos arquivos.

Para o presente estudo na seção “catálogo de imagens”, foram selecionados os parâmetros e optou-se pela seleção de imagens Landsat 5-TM do município de Teresina: Órbita/Ponto 219/63, sensor TM, data 01/07/2008 e Órbita/Ponto 219/64, sensor TM, data 01/07/2008 (cenas da data escolhida foram selecionadas por apresentarem boa visibilidade do fenômeno a ser estudado).

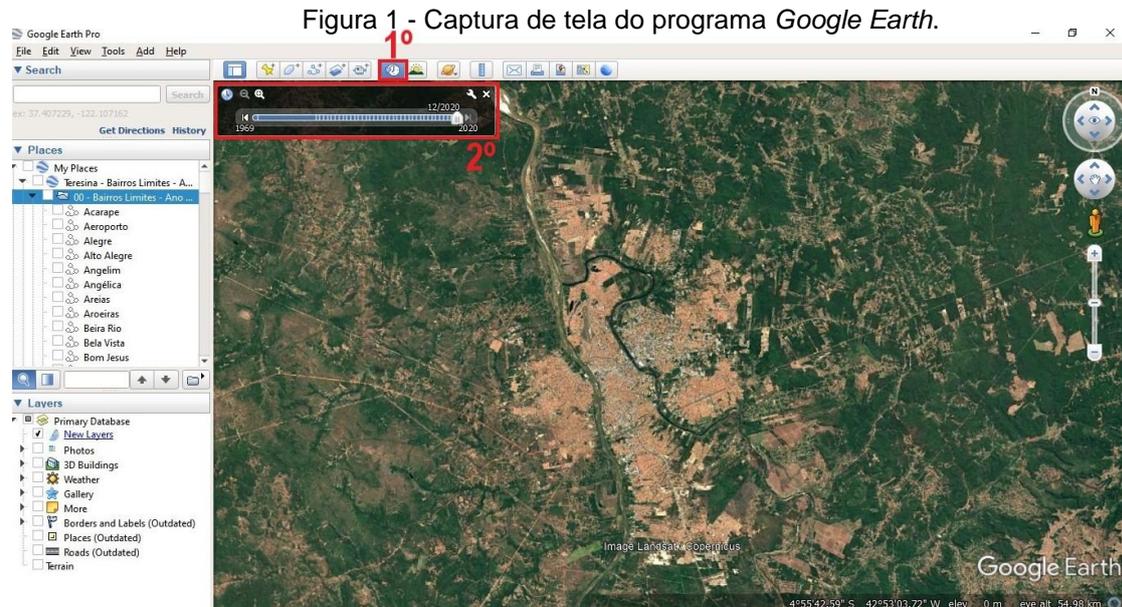
Descarregadas na máquina do usuário, após a realização dos procedimentos exigidos no *site*, as bandas puderam ser tratadas no programa QGIS 3.16, aplicando-se a composição 321 RGB. A composição colorida exige o uso de programas de processamento digital de imagens. Alguns exemplos são QGIS e o Spring, este último foi desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) / INPE.

Lembrar que as imagens coletadas pelos sensores são “dados”, para a atribuição de informações a estes dados, é necessário interpretá-los, assim em dadas situações, uma imagem “colorida” poderá mostrar particularidades dos tipos de solo de um local, o tipo de vegetação e a sua densidade etc. Na *internet* constam inúmeros tutoriais de uso do QGIS, recomenda-se tal programa por ser de código fonte aberto, gratuito e de fácil acesso, com uma interface atraente para quem deseja adentrar no mundo do processamento digital de imagens e familiarizar-se com as composições coloridas.

Já do programa *Google Earth Pro* foram selecionadas três imagens referentes aos anos de 2005, 2015 e 2020, visando a ilustrar as localidades de extração do massará na região Norte de Teresina e construir as discussões da proposta didática do 5º ano. O mosaico de imagens foi construído da seguinte maneira (Figura 1):

1ª Seleção da funcionalidade “imagens históricas”;

2ª Deslize da barra de datas para a escolha de imagens históricas antigas e recentes.



Fonte - Google Earth™ (2021).

A terceira e última etapa culminou na produção escrita do relatório e a socialização dos achados. Os resultados foram produtos da pesquisa bibliográfica e documental conjugados à proposta didática.

GEOTECNOLOGIAS: ANTECEDENTES, DISSEMINAÇÃO E APLICABILIDADES

O conhecimento da distribuição geográfica vegetal, animal e mineral sempre foi imprescindível para a sociedade. Antes do desenvolvimento na área da informática, o principal meio utilizado com finalidade de orientação e reconhecimento da superfície terrestre se dava pelos mapas de papel (CÂMARA e DAVIS, 2001).

Se por um lado havia um processo trabalhoso de confecção dos mapas, Joly (1990) explicita que a partir do século XVII, a emergência de conflitos e necessidades administrativas começavam a demandar mapas mais precisos e de maior escala, esses efeitos se reverberaram nos séculos seguintes.

No transcorrer do século XX, observa-se a emergência de tecnologias espaciais e a incorporação de cargas de desenvolvimento técnico e operacional. Muitas Ciências da Terra se beneficiaram. Na Geografia, tais recursos impulsionaram uma nova forma de compreensão do espaço geográfico e das suas relações humanas e naturais.

Atualmente, os aparatos geotecnológicos contribuem para os estudos urbanos, geológicos, meteorológicos e ambientais. Rosa (2005) define as geotecnologias como o agregado de tecnologias voltadas à aquisição de dados, levantamento e processamento de informações georreferenciadas, destacam-se nesse conjunto o sensoriamento remoto, o Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System* – GPS), os Sistemas de Informações Geográficas (*Geographic Information System* – GIS), a Cartografia Digital e os programas baixáveis na internet (*Google Earth*, *Google Maps* entre outros).

Jensen (2009) argumenta que a história do desenvolvimento de tecnologias para a coleta de informações esteve intimamente ligada aos projetos militares. Durante a Primeira Guerra Mundial

(1914-1918) e a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), foram observados os progressos da fotografia aérea, sensoriamento remoto e da coleta de dados.

Na década de 1960, o termo “sensoriamento remoto” aparece pela primeira vez na literatura científica, denotando a obtenção de informações sem o contato físico com o alvo, aplicando conhecimentos derivados da Física, Engenharia Eletrônica e Cartografia (NOVO e PONZONI, 2001). Seria uma técnica composta por “tecnologias de sensores imageadores e também não imageadores. Sensores portáteis não imageadores, ou espectrorradiômetros, realizam densa amostragem do espectro eletromagnético” (SOUZA FILHO e CRÓSTA, 2003, p.1).

Segundo Florenzano (2002), a história do sensoriamento está fracionada em duas etapas: a primeira de 1860 a 1960 (com uso das fotografias) e a segunda etapa de 1960 em diante (com uso de fotografias e imagens). Os traços do sensoriamento ganharam notoriedade no século XX, porque houve um grande avanço bélico, tecnológico e uma corrida entre nações que se sobressaíssem e impusessem sua hegemonia de influência militar e econômica.

No contexto da Guerra Fria, esse impulso foi perceptível dada a disputa entre a URSS e os EUA, marcada pela corrida espacial. Com o início dos programas espaciais de pesquisa, ocorreram avanços no desenvolvimento de foguetes e a possibilidade de posicionar satélites na órbita terrestre, o primeiro satélite artificial (Sputnik 1) foi lançado pela URSS, em 1957. Posteriormente, houve o lançamento do primeiro satélite meteorológico (TIR S), na década de 1960, auxiliando nas observações orbitais sistemáticas da Terra (IBGE, 1999).

Outrossim, as sociedades almejavam a aplicação desses instrumentos para vias pacíficas, tendo em vista a observação dos recursos terrestre e do meio ambiente. O Skylab (uma das primeiras estações espaciais dos Estados Unidos), o Landsat-MSS, o Landsat-TM, os satélites meteorológicos GOES e o AVHRR dos EUA são alguns exemplos. No Brasil há parceria com a China no que diz respeito ao programa cooperativo de satélite Sino-Brasileiro CBERS, incluindo três satélites lançados (JENSEN, 2009).

Nacionalmente, “[...] o sensoriamento remoto tomou impulso na década de 1960 com o projeto RadamBrasil, que tinha como objetivo realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do país” (ROSA, 2005, p. 83).

O Sistema Global de Posicionamento, por sua vez, surgiu da necessidade das forças armadas norte-americanas em possuir um sistema de navegação preciso sob finalidade militar. Vários satélites foram colocados em órbita pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, formando uma espécie de constelação ao redor da Terra. O GPS se converteu em uma tecnologia cotidiana, com incontáveis funções para a agricultura, navegação terra-mar e construção de cartas e mapas (REY, 2006).

Acerca do Geoprocessamento, Câmara e Davis (2001) citam que as primeiras tentativas de se automatizar o processamento de dados se manifestaram na década de 1950, nos EUA e na Inglaterra. No entanto, os SIGs tomaram forma na década de 1960, no Canadá, resultante de um programa governamental. Já no Brasil, ainda de acordo com estes autores, o processamento de dados ocorreu na década de 1980 decorrente dos esforços do professor Jorge Xavier Silva, da UFRJ, e com a vinda do Dr. Roger Tomlinson, responsável pelo primeiro SIG nomeado de *Canadian Geographical Information System*, esse conjunto de eventos impulsionou o desenvolvimento do geoprocessamento no país.

PROPOSITIVAS PARA A INTEGRAÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS AO ENSINO DE GEOGRAFIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Diante do contexto tecnológico e informacional, a sociedade passou a fruir do bem-estar gerado pela automatização do comércio, indústria e serviços. No entanto, existe um quadro de desigualdade no acesso às tecnologias e informações que precisa ser superado. No âmbito educacional, os currículos escolares seriam um dos mecanismos de resolução desse distanciamento, buscando potencializar competências de aquisição e utilização das informações, sensibilizando os alunos para a presença de novas tecnologias no cotidiano (BRASIL, 2000).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), indica-se como um dos objetivos gerais do Ensino Fundamental “saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos” (BRASIL, 1997b, p. 69). No documento, justifica-se a inclusão de recursos informacionais no ensino, uma vez que os alunos devem estar preparados para as demandas sociais

emergentes, delineadas pelo mundo do trabalho, da globalização e das dicotomias entre sociedade e natureza, portanto, torna-se imprescindível o domínio de outras formas de linguagens.

Sob a mesma perspectiva, a BNCC, cuja essência normativa estabelece as aprendizagens indispensáveis a serem desenvolvidas na etapa da Educação Básica, endossa o trabalho com tecnologias digitais de informação e comunicação. A base elenca uma das principais competências específicas de Geografia no Ensino Fundamental: “desenvolver o pensamento espacial, fazendo uso das linguagens cartográficas e iconográficas, de diferentes gêneros textuais e das geotecnologias para a resolução de problemas que envolvam informações geográficas” (BRASIL, 2017, p. 364).

Observa-se que os documentos curriculares e normalizadores reiteram a inclusão das geotecnologias no Ensino Fundamental e Médio, sobretudo no componente curricular de Geografia. Tal propositiva surge de uma indagação pertinente: como formar cidadãos capazes de lidar e atuar no século XXI da *world wide web*, de constantes intervenções humanas impressas no meio ambiente, no mundo urbano e rural, além do redimensionamento de tempos e distâncias?

Silva e Carneiro (2012) argumentam que os aparatos geotecnológicos devem ser avaliados como uma forma de conhecer as dinâmicas ambientais e sociais. Ao manuseá-los, os alunos percebem acuradamente o espaço em que vivem, conseqüentemente, há o favorecimento de uma formação crítica e partícipe pelas tomadas de decisão em sociedade.

Para Pazini e Montanha (2005), a combinação entre Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas subsidia a obtenção, armazenamento e manipulação de grandes quantidades de dados geocodificados. Estes autores esclarecem que a tríade supracitada tem forte potencial didático-pedagógico ao permitir a interação do usuário, motivando-o a manipular as informações, refletir e buscar soluções para os problemas apresentados.

Além do mais, acrescenta-se que a rede mundial de computadores e as instituições científicas facilitaram a propagação de *softwares* livres, disponibilização de imagens orbitais, suborbitais e tutoriais de manejo destes, fato que explica o interesse de pesquisadores, professores e órgãos institucionais em ponderar e implementar o uso escolar de tecnologias espaciais.

No Brasil, Moraes e Florenzano (2005) citam a missão do INPE, em especial da Coordenação Geral de Observação da Terra (CGOBT) e da Divisão do Sensoriamento Remoto (DSR), em difundir as geotecnologias.

Desde 1998, a DSR vem oferecendo, nas férias de julho, o curso intitulado “O Uso Escolar do Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente”, com carga horária de 40 horas, buscando qualificar os professores do Ensino Fundamental e Médio das redes públicas e privadas de todo o território nacional, pretendendo divulgar o sensoriamento remoto como um material didático e incentivando a elaboração de projetos pedagógicos (FLORENZANO, 2005).

Hoje em dia, o INPE disponibiliza imagens de satélite gratuitas. O requerente pode consultar o catálogo da DGI/INPE a partir dos satélites denominados AQUA, TERRA, S-NPP, UK-DMC-2, LANDSAT-1, LANDSAT-2, LANDSAT-3, LANDSAT-5, LANDSAT-7, LANDSAT-8, CBERS-2, CBERS-2B, CBERS-4, RESOURCESAT-1 e RESOURCESAT-2. Selecionando-se os parâmetros básicos da imagem, basta solicitar que os arquivos sejam enviados para o seu endereço eletrônico. Com os ficheiros, é possível tratá-los em aplicativos específicos de processamento de imagens, podendo incluir dados de fontes externas.

Já Luque Revuelto (2011) afirma sobre o aparecimento de ferramentas cartográficas de fácil manuseio e baixo custo, como o *Google Earth* e o *Google Maps*. A respeito do *Google Earth*, desde o seu lançamento em meados de 2005, a aplicação vem conquistando muitos usuários por suas características de interface atraente, com rapidez de resposta e uma gama de informações gratuitas.

O aplicativo *Google Earth* pode ser consultado na página da *internet* ou ser descarregado na máquina do usuário, desde que atenda aos requisitos mínimos de sistema operacional, processador, memória e conexão com a *internet*. A ferramenta dispõe de recursos históricos, modelo tridimensional da Terra, Lua e Marte, imagens de alta resolução, fotografias aéreas e uma rica base de dados.

Não obstante, a aplicação de recursos informacionais, iconográficos e cartográficos, notadamente nas escolas públicas dos municípios e estados, não está isenta de entraves, entre os quais: laboratórios de informática precários, grande quantidade de alunos por turma, poucos computadores nas salas de informática e a baixa adesão às geotecnologias pelos professores, dada a falta de preparo (SOUSA e JORDÃO, 2015).

Quanto aos educadores, é preciso sublinhar que esses profissionais carecem de uma formação contínua para que estejam atualizados e possam executar práticas mais inovadoras, combinadas de criticidade aos expostos no plano de formação do cidadão da pós-modernidade.

O USO DAS IMAGENS DE SATÉLITE COMO UM RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE GEOGRAFIA

Cada vez mais o sensoriamento remoto está presente na vida das pessoas. Na programação dos telejornais, durante a exibição da previsão do tempo, muitas pessoas se deparam com as notícias meteorológicas, ao lado, uma imagem de satélite mostrando em tempo real a sucessão do estado atmosférico. Ativando-se um serviço de mapas, verificam-se a instantaneidade e precisão dos resultados de qualquer ponto do globo terrestre, com imagens apuradas, trazendo em minúcias paisagens urbanas, rurais, degradadas e inexploradas.

Além das utilidades da detecção remota para as pesquisas acadêmicas e vida diária, a literatura especializada vem reportando seus atributos didáticos. No ensino de Geografia, inúmeros autores relatam o potencial favorecimento que as imagens de satélite provocam na aprendizagem de conteúdos cartográficos, urbanos, sociais e do meio ambiente.

Santos (2002) esclarece que as imagens de satélite se apresentam como recurso para o processo de construção e discussão de conceitos. Com elas, é possível identificar e relacionar elementos socioeconômicos, artificiais e naturais, a saber: planaltos, planícies, bacias hidrográficas, matas, áreas de agricultura, indústrias e sítios urbanos. O seu uso favorece a compreensão das relações entre sociedade e suas consequências no uso e ocupação dos espaços apropriados.

Constroem-se, dessa forma, condições para que o indivíduo em formação se desvencilhe “da tão comum fragmentação da realidade, em uma percepção dos dados de forma desconectada que, em geral, é responsável por uma frágil interpretação da realidade” (IMPAGLIAZZO, 2009, p. 2425).

Os dados de sensores imageadores funcionam como motivadores na apreensão dos fenômenos, não só pela característica apresentada de visualização dos elementos paisagísticos. Corazza e Pereira filho (2008) apontam que o espaço vivido passa a ser visto sob uma ótica diferente, isso promove no aluno a motivação inicial ao processo de aprendizagem.

A motivação citada anteriormente corrobora com o que argumenta Patterson (2007), já que os estudantes, ao crescerem numa era digitalizada, entre o videogame e o televisor, manifestam novas maneiras de aprender e utilizar as ferramentas à sua disposição. Os vídeos e as imagens seriam os principais canais de informações buscados por eles.

Por outro lado, todo material didático, por mais que tenha um rol de vantagens, requer um planejamento. O professor precisa definir com antecedência os objetivos que pretende alcançar com determinada aula, o tipo de exposição que aplicará e avaliar se a infraestrutura escolar dispõe de espaços adequados (número de computadores por aluno, se as máquinas possuem aplicativos para manipulação de dados cartográficos e o acesso estável à internet).

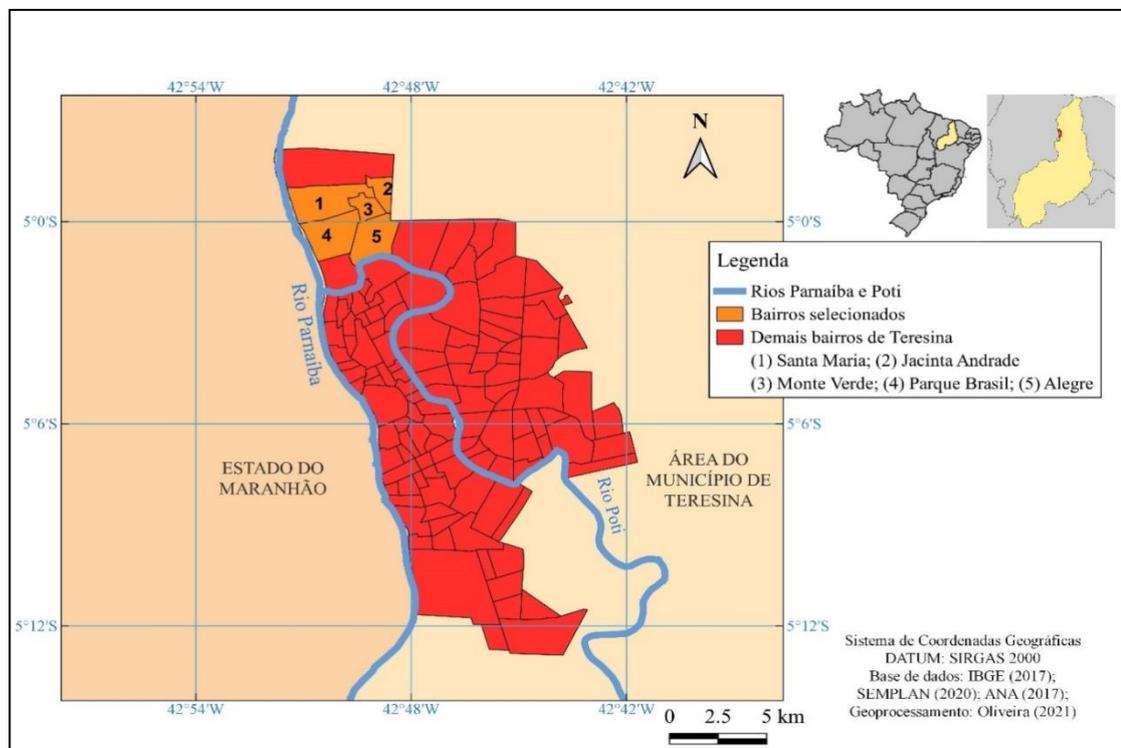
UM CASO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA CIDADE DE TERESINA (PI)

A partir da década de 1970, a cidade de Teresina, capital do Piauí, passou a apresentar mudanças na sua organização espacial, em consequência dos fluxos migratórios, crescimento natural, intensificação da política habitacional, modernização do sistema viário regional e estadual (VIANA, 2007).

O crescimento populacional na cidade associado à dinâmica de sua expansão urbana trouxe como resultado a necessidade de extração mineral destinada à construção civil (VIANA, 2007). Seixos, areias, argilas e o massará são fornecidos através de técnicas de dragagem do rio Poti e da lavagem de seixos nas suas margens, nos planaltos também se pratica a extração em áreas nomeadas de “barreiros”. Nos últimos anos, a extração sem um plano de recuperação tem contribuído para a formação de lagoas artificiais e ambientes degradados (TERESINA, 2002).

Um desses casos é a extração de seixos e massará praticada na região Norte de Teresina, no perímetro urbano, nas imediações dos bairros Santa Maria, Parque Brasil, Monte Verde, Alegre e Jacinta Andrade (Figura 2).

Figura 2 - Teresina (PI): delimitação da área de estudo.



Fonte - IBGE (2017); TERESINA/SEMPPLAN (2020); ANA (2017). Organização e Geoprocessamento: OLIVEIRA (2021).

O massará tem a sua ocorrência sobre as rochas da Formação Pedra de Fogo, com formas de depósito do tipo tabular e abundante distribuição na região Norte da cidade, no interflúvio entre os rios Parnaíba e Poti (CORREIA FILHO, 1997). O massará é um termo regionalmente conhecido em Teresina por denominar um sedimento conglomerático

[...] de cores e coloração variegadas, creme, vinho, rosada, esbranquiçada, amarelada, arroxeadas e avermelhadas, com matriz argilo-arenosa, média a grosseira e, até conglomerática, ligante, de pouca consistência, facilmente desagregável (friável), contendo seixos brancos de sílica bem arredondados, com tamanho variando de subcentimétricos até cerca de 10 cm (mais raros), predominando, contudo o intervalo entre 1 e 3cm (CORREIA FILHO, 1997, p. 18).

A atividade de extração mineral para a construção civil na capital piauiense contribui para a qualidade de vida da população local que depende direta e indiretamente dos seus resultados. Todavia, constata-se que, na ausência de estratégias de ordenamento, recuperação e controle do uso e ocupação do solo urbano, existe um rastro de degradação ambiental (VIEIRA e VIANA, 2016).

PROPOSTA DIDÁTICA PARA O 5º ANO: O CASO DAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO DE SEIXOS E MASSARÁ NA REGIÃO NORTE DE TERESINA (PI)

A BNCC ressalta que nos Anos Iniciais a criança tenha contato com as diversas formas de representação (desenhos, plantas, maquetes, fotografias, mapas temáticos, etc.) por serem recursos que instigam no aprimoramento da percepção e domínio do espaço (BRASIL, 2017).

Nesse contexto, surge a possibilidade de se trabalhar com imagens de satélite no 5º ano do Ensino Fundamental, consoante às solicitações da BNCC. No documento, essa série dos Anos Iniciais

acompanha o educando no extenso processo de construção do raciocínio geográfico e domínio de habilidades consubstanciadas aos objetos de conhecimento: mapas e imagens de satélite, representação das cidades, qualidade ambiental e diferentes tipos de poluição (BRASIL, 2017).

O tema mineração no sítio urbano de Teresina será utilizado adiante para conduzir a proposta didática, posto que essa atividade econômica da cidade acarreta na interdependência dos três setores da economia – primário, secundário e terciário – e da sua cadeia produtiva, desde a extração, beneficiamento e comercialização. Ademais, propor um conteúdo de problemática local é significativo, pois se espera que o aluno reconheça os condicionantes socioespaciais e as transformações paisagísticas no seu bairro, nos arredores da escola e na sua cidade (VIANA e REIS, 2020).

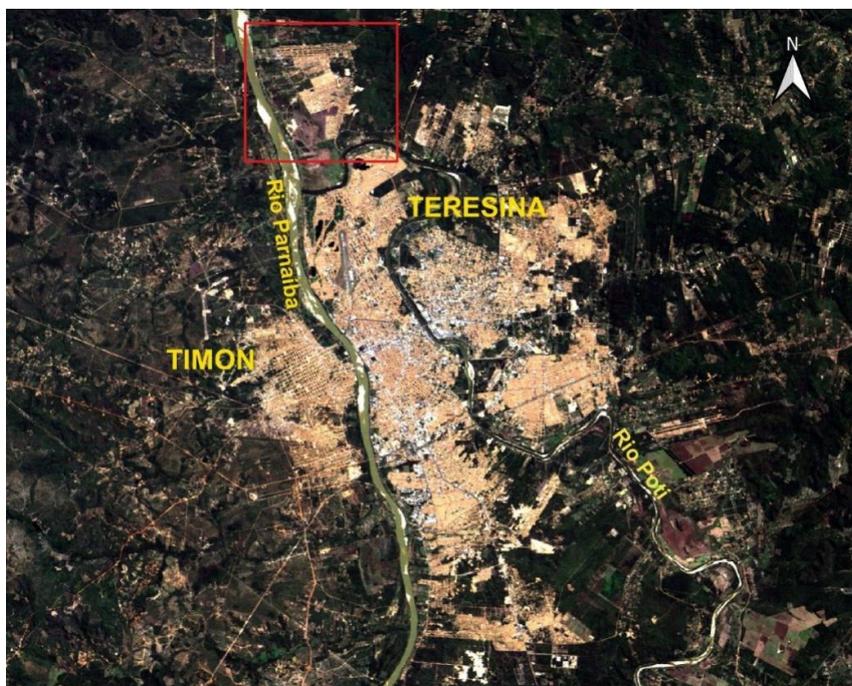
Apesar da atividade de mineração gerar renda e prover materiais para a construção civil, dada a crescente demanda na capital, há de se considerar os impactos ambientais negativos ocasionados pela exploração, a exemplo da remoção da cobertura vegetal, cortes no terreno, focos de erosão e poluição do solo e da água (TAVEIRA, 2002).

Muitos dos conceitos e dinâmicas que são emanados do caso de extração mineral em Teresina podem ser compreendidos pelos estudantes do 5º ano com o uso de tecnologias espaciais. No caso do sensoriamento remoto o espaço de análise torna-se contíguo, porque passa a envolver o educando no tratamento e visualização das variáveis (DI MAIO e SETZER, 2011).

Recomenda-se que o professor, ao aplicar pela primeira vez as imagens de satélite com seus alunos, faça uma exposição a respeito do manejo e leitura de seus elementos. Qualquer imagem obtida pelo sensor remoto poderá ser entendida como um “dado bruto”, passível de análises e interpretações (FLORENZANO, 2002). E como se realiza a leitura? Recorre-se às chaves de interpretação. Os critérios visuais para a interpretação são: a tonalidade, cor, textura, situação espacial, período de aquisição, sombra, padrão espacial, contorno e forma (CHUVIECO, 1995).

Se a intenção é identificar, discutir e avaliar a degradação ambiental acentuada pela atividade mineradora na região Norte de Teresina, deve-se, numa primeira etapa, exercitar a leitura dos elementos da imagem, contextualizar os aspectos geoambientais e localizar a área do objeto de estudo. A imagem obtida pelo TM-LANDSAT-5 em 2008 representada na Figura 3 cumpre tal função e destaca as cidades de Teresina (Piauí) e Timon (Maranhão):

Figura 3 - Teresina (PI) e Timon (MA), imagem Landsat 5.



Fonte - DGI/INPE/TM-LANDSAT-5 (2008).

A Figura 3 mostra um típico sítio urbano com formas irregulares (presença dos rios Parnaíba e Poti, lagoas, feições do relevo e distribuição da vegetação) e formas regulares geométricas como rodovias,

avenidas, áreas de cultura e habitações. As áreas urbanas e de solo exposto aparecem em aspecto mais claro; o rio Poti em preto; o rio Parnaíba em verde-claro (por conta da suspensão de sedimentos em suas águas); e em verde-escuro aparecem áreas de vegetação.

Em seguida, apresenta-se a imagem da Figura 4 delimitando espacialmente uma porção da cidade, aumentando o nível de detalhes. As áreas de extração de seixos e massará ficam mais evidentes, surgindo como “cicatrices” no terreno (em tonalidade clara, associadas à mancha urbana e contrastando com a perceptível vegetação do entorno).

Figura 4 - Imagem Landsat 5 (recorte espacial), 01/07/2008, destacando a área de estudo.



Fonte - DGI/INPE/TM-LANDSAT-5 (2008).

O objetivo da primeira atividade é instrumentalizar quanto ao manejo das imagens, tornando cada vez mais familiar o local de estudo. Sugestiona-se que os alunos comparem ambas as imagens (Figuras 3 e 4) e, com o suporte de cartas, mapas e fotografias, façam o apontamento dos elementos que mais lhe chamaram atenção, tais como cursos d’água, formas de relevo, avenidas, pontes, habitações de padrão elevado e áreas suscetíveis aos processos de assoreamento e erosão.

Os materiais acima são propícios na compreensão da escala geográfica (não confundir com escala cartográfica), sobretudo da abrangência de um fenômeno (de pequena ou grande extensão). Enquanto a Figura 3 introduz uma visão geral da cidade, a Figura 4 (da mesma localidade, agora recortada) mostra os bairros objetos de estudo detalhadamente.

“A escala de um fenômeno” é nada mais que a característica de um objeto real e a sua amplitude no mundo físico, ou seja, poderá ser a extensão de um rio, uma cadeia de montanhas, um país, uma província (SOUZA, 2013). O caso exposto ilustra que o fenômeno está contido em alguns bairros da região Norte da cidade e é regido por agentes e fatores locais.

As imagens do sítio urbano de Teresina-PI e Timon-MA exibem uma visão vertical da paisagem “de cima para baixo” facilitando a detecção de formas e objetos pelos alunos, com isso, são satisfatórias na abordagem da unidade temática “conexão e escalas” e dos objetos de conhecimento “território, redes e urbanização” que, por conseguinte, trazem as habilidades: (EF05GE03) habilidade na qual o aluno deverá identificar as formas e funções da cidade, analisando as mudanças de ordem social,

econômica e ambiental provocadas pelo crescimento e a (EF05GE04) que menciona a capacidade de reconhecer as características da cidade, analisando as interações entre cidade e campo na rede urbana (BRASIL, 2017).

Executada a etapa sinóptica, debate-se a questão da degradação ambiental nos bairros da região Norte de Teresina. As imagens das Figuras 5A, 5B e 5C foram coletadas no programa *Google Earth Pro* que dispõe da ferramenta imagens históricas. Os impactos negativos da prática extrativa mineral nas planícies e terraços fluviais da cidade tornam-se identificáveis, visto que as imagens de satélite possuem atributos multiescalares e multitemporais, amparando a análise dos processos de uso e ocupação dos espaços (SANTOS, 2002).

Figura 5 - Sequência de imagens históricas do programa *Google Earth Pro*, da área que compreende os bairros Santa Maria, Parque Brasil, Monte Verde, Alegre e Jacinta Andrade, na região Norte de Teresina, Piauí.



Imagens de satélite: A (2005); B (2015); C (2020).

Fonte - Google Earth™ (2021).

O mosaico de figuras expõe as progressivas transformações no espaço urbano, com a construção de avenidas, empreendimentos e residências. Nota-se que a mancha urbana suprimiu a cobertura vegetal nativa ao longo dos anos. O aspecto visual das imagens de satélite (Figuras 5A, 5B e 5C) aponta que as áreas de extração do massará foram “absorvidas” pelos bairros adjacentes, como no caso dos bairros Monte Verde e Jacinta Andrade, referenciando processos de erosão antropogenética “que transformam a paisagem natural, após a realização de um trabalho feito pelo homem” (GUERRA, 1993, p. 155).

Deve-se sempre problematizar com os estudantes que a extração executada pelo grande e pequeno minerador sem um plano de recuperação tem gerado outros impactos de ordem física, biológica e

socioeconômica. Por se tratar de um ambiente urbano, acaba contribuindo para a deterioração da qualidade de vida dos moradores. Além do processo erosivo já citado, são perceptíveis alterações topográficas, crateras, suspensão de partículas e acúmulo de lixo, proliferação de doenças e animais peçonhentos em pontos extrativos abandonados há anos (VIANA, 2007).

Solicitando que os alunos comparem as sequências de imagens entre 2005, 2015 e 2020, torna-se possível discutir e gestar hipóteses relativas ao paulatino surgimento dos bairros e crescimento das áreas extrativas. A própria constituição inicial do Monte Verde se deu em virtude da distribuição das jazidas, estas funcionando como atrativos de empregabilidade para comunidades carentes que se estabeleceram de forma desordenada (SALES, 2015).

Os vestígios de descaracterização da paisagem e desmatamento talvez sejam os aspectos mais facilmente identificáveis pelos alunos ao avaliarem os elementos das figuras 5A, 5B e 5C, dada a visibilidade das jazidas de aspecto claro, irregular e diferenciada da cobertura urbana e vegetal. Com a remoção de massas de solo, vegetação e minerais ocorre a indução da perda de espécimes da fauna e destruição do habitat da flora local (SALES, 2015).

Explorando a propriedade tempo-espacial das imagens, o professor tem a oportunidade de trabalhar a unidade temática “formas de representação e pensamento espacial” e o objeto de conhecimento “mapas e imagens de satélite” que demandam o desenvolvimento da habilidade (EF05GE08) na qual o aluno deverá analisar as transformações de paisagens nas cidades, inclusive comparando sequências de fotografias, imagens de satélite e fotografias aéreas de épocas diferentes (BRASIL, 2017).

A habilidade (EF05GE08), se trabalhada com o uso de representações, poderá potencializar a compreensão da paisagem transformada (uma das primeiras categorias de análise enunciadas na Geografia dos Anos Iniciais), sendo um conceito-chave intrínseco à leitura do cotidiano. É na paisagem que estão contidos o edificado, o materializado no território das sociedades, as engrenagens que desencadeiam os fenômenos e exprimem as relações entre os homens e a natureza (CALLAI, 2020).

O ato de comparar sequências de acontecimentos através de imagens de satélite revela que a degradação ambiental está intimamente atrelada à relação sociedade-natureza: do interesse econômico de agentes, da produção espacial, da obtenção e transformação da matéria-prima em produto até a chegada da mercadoria ao consumidor final. No bojo desses contextos, do mais perceptível até o mais implícito, observa-se a importância de levar às aulas de Ciência Geográfica metodologias e materiais didáticos que possam dar suporte para o desvelamento das intencionalidades humanas e da respectiva modificação da paisagem, das novas atribuições de significados aos lugares e o modo como determinada sociedade consegue lidar com o meio ambiente.

Proporcionar ao alunado a visualização e a possibilidade de estudo dos problemas ambientais embutidos no espaço geográfico em diferentes tempos (meses, décadas ou séculos) e escalas (local, regional ou global) evoca a primazia na sedimentação dos conteúdos abordados em sala. Fica mais palpável para a criança perceber que:

A relação sociedade-natureza tem um lado doce que advém da convicção da possibilidade de a sociedade utilizar seu conhecimento para recuperar o dano ambiental e coexistir com a natureza, sem impedir o desenvolvimento. O lado amargo é a sua propensão ao domínio e ao poder de destruição, sem respeitar a capacidade de recuperação da natureza (HAMMES, 2002, p.22).

Desse modo, avalia-se que o uso escolar das imagens de satélite, especialmente no 5º ano do Ensino Fundamental, configura um recurso didático potencial. O contato com as cores e formas de “retratos” da superfície terrestre, capturados a quilômetros de distância, pode encaminhar os estudantes às leituras objetivas e subjetivas do espaço geográfico (SANTOS, 2002).

Outro fator é a interdisciplinaridade: com uma imagem discute-se elementos fisiográficos e das condições de vida de uma população. Abre-se caminho para um estudo articulado entre Geografia, Biologia, Matemática, História, Educação Ambiental e demais componentes curriculares.

Contudo, para que haja um uso adequado desse recurso geotecnológico, faz-se uma ressalva: o professor mediador deve fornecer aos educandos os meios para que eles possam ler os dados e interpretá-los, isso requer planejamento, definição do tipo de conteúdo a ser ministrado, o cotidiano com o qual as crianças estão habituadas e a infraestrutura da escola (se a escola não possui

computadores ou acesso à *internet*, uma alternativa seria levar imagens impressas ou projetá-las com o *datashow*).

No tema da mineração, como já visto, é essencial que as discussões sejam moldadas não só com a introdução de imagens espaciais da cidade, dos bairros e jazidas de extração, exigem-se um conhecimento prévio da dinâmica urbana da cidade, problematizações sobre um ambiente retrabalhado pela ação humana e o uso de fotografias e mapas de localização.

Para além do tema que foi demonstrado na proposta didática, outras problemáticas atuais e pertinentes podem ser tratadas com o auxílio da detecção remota nas aulas de Geografia. Existem satélites meteorológicos e de recursos naturais que fazem coletas constantes das condições atmosféricas, dos corpos d'água e extensões da superfície terrestre, logo, é possível abordar questões relacionadas ao desmatamento na Amazônia Legal, os efeitos do agronegócio no Cerrado, as interações entre o mundo rural e urbano no século XXI, a expansão das cidades e os impactos sobre a fauna e flora local.

As imagens de satélite, assim, delineiam-se como um notório recurso didático no estudo da degradação ambiental ao auxiliarem nos seguintes aspectos: a) identificação e representação (real) de ambientes (urbanos, rurais, aquáticos e selvagens) degradados ou sob condições sem influência direta/indireta pela sociedade; b) familiarização com o objeto de estudo e o espaço de vivência; c) facilitam na delimitação temporal e espacial de um dado fenômeno na superfície terrestre; e, d) conduzem à construção de hipóteses e raciocínios integrados, desde que estejam ajustados ao nível cognitivo da turma, metodologia da aula e conteúdo.

CONCLUSÃO

A progressiva difusão das geotecnologias, a exemplo do sensoriamento remoto, sistema global de posicionamento e sistemas de informações geográficas, tem impulsionado uma nova forma de avaliar a gestão do território e dos seus recursos terrestres. No campo educacional, observa-se uma tendência de inserção das geotecnologias no ensino básico, materializada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, Lei de Diretrizes e Bases da Educação e Base Nacional Comum Curricular.

No caso do sensoriamento remoto, verifica-se que tal tecnologia dispõe de inúmeras ferramentas de auxílio no ensino de Geografia, sobretudo quando são abordados temas ambientais. Em torno do arcabouço teórico e didático construídos nesta pesquisa, cujo objetivo central foi investigar o uso das imagens de satélite como recurso didático para o estudo da degradação ambiental, foi possível constatar um conjunto de aspectos.

Na proposta didática sobre a atividade mineradora para a construção civil em Teresina, comprova-se que as imagens de satélite propiciam o acompanhamento das transformações nos bairros da região Norte da capital, exemplificando a degradação dos componentes ambientais por causa de uma atividade socioeconômica e de infraestrutura.

O aspecto multitemporal, multiescalar, de composição espectral, formas e narrativas das imagens de satélite garantem que o aluno apreenda os fenômenos socioambientais, ao mesmo tempo em que são desenvolvidas as habilidades propostas pela BNCC referentes ao 5º ano do Ensino Fundamental. É válido salientar que o uso desses recursos didáticos não dispensa a orientação do professor e as explicações que dêem significado às imagens manuseadas pelos alunos.

Embora os documentos e diretrizes educacionais revelem caminhos para um ensino adequado ao mundo contemporâneo, observa-se em fontes bibliográficas que muitas escolas carecem de infraestrutura, necessitando também de investimentos e continuidade na formação do professor da Educação Básica. Espera-se que esta pesquisa sumária contribua no movimento de divulgação de tecnologias no Ensino Fundamental e Médio e motive futuras práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Dados Abertos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. 2017. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/>. Acesso em: 20 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente, saúde**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro091.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**: linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 03 set. 2020.

CALLAI, Helena Copetti. Aprendendo a ler o mundo: a geografia nos anos iniciais do ensino fundamental. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 25, n. 66, p. 227-247, 2005. Disponível em: <https://www.cedes.unicamp.br/publicacoes/edicao/264>. Acesso em: 08 abr. 2020.

CALLAI, Helena Copetti. Na Geografia, a paisagem, o estudo do lugar e a pesquisa como princípio da aprendizagem. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 24, p. 59-68, 2020. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV_1/agb_xxiv_1_web/agb_xxiv_1-04.pdf. Acesso em: 01 set. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0101-32622005000200006>

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. Introdução. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CHUVIECO, Emilio. **Fundamentos de Teledetección Espacial**. 2. ed. Madrid: Ediciones Rialp S.A, 1995.

CORAZZA, Rosana; PEREIRA FILHO, Waterloo. O uso de imagens de satélite no ensino de geografia com ênfase nas teorias dos níveis de desenvolvimento cognitivo e do construtivismo de Jean Piaget. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v.2, n. 18, p. 165-185, 2008. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/viewFile/1394/1184>. Acesso em: 05 jul. 2020.

CORREIA FILHO, Francisco Lages. **Projeto Avaliação de Depósitos Minerais para a Construção Civil PI/MA**. Teresina: CPRM, 1997.

DI MAIO, Angelica Carvalho; SETZER, Alberto W. Educação, geografia e o desafio de novas tecnologias. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 24, n. 2, p. 211-241, 2011. <https://doi.org/10.21814/rpe.3035>

FAÇANHA, Antonio Cardoso; VIANA, Bartira Araújo da Silva; PORTELA, Mugiany Oliveira Brito. A aprendizagem significativa, tipologia dos conteúdos e o uso de materiais curriculares e recursos didáticos. In: SILVA, Josélia Saraiva e (org.). **Construindo ferramentas para o ensino de geografia**. Teresina: EDUFPI, 2011. p. 23-28.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 24-29, 2005. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0002>

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GOOGLE LCC. **Google Earth Pro**. Versão 7.3.4.8248. Google lcc, 2021. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

GOOGLE LCC. **Teresina, Piauí**. 3 imagens de satélite, color. Google Earth, 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

HAMMES, Valéria Sucena. Sociedade e natureza. In: HAMMES, Valéria Sucena. **Julgar, percepção do impacto ambiental**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 21-22.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases Cartográficas Contínuas**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 14 jun. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Introdução ao processamento digital de imagens**: Manuais Técnicos em Geociências número 9. Primeira Divisão de Geociências do Nordeste, Rio de Janeiro, 1999. 92 p.

IMPAGLIAZZO, Marianina. Utilização de imagens de satélite como recurso na proposição de mudança no ensino de geografia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais** [...]. Natal: INPE, 2009. p. 2421-2427.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brasil). **Sistemas de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)**. DGI/INPE, 2019. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/index.html>. Acesso em: 23 jul. 2020.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brasil). **Teresina, Piauí**. São José dos Campos: INPE, 2008. 1 imagem de satélite, color. Satélite LANDSAT 5, instrumento TM. Intervalo de tempo: de 29 de maio de 2000 a 20 jan. 2010. Disponível em: <http://dgi.inpe.br/CDSR>. Acesso em 25 jun. 2020.

JENSEN, John. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

JOLY, Fernand. **A Cartografia**. Campinas, SP: Papirus, 1990.

LUQUE REVUELTO, Ricardo M. El uso de la cartografía y la imagen digital como recurso didáctico em la enseñanza secundaria. Algunas precisiones en torno a Google Earth. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, n. 55, p. 183-210, 2011.

MARTINS, Luciana Junqueira; SEABRA, Vinicius da Silva; CARVALHO, Vânia Salomon Guaycuru de. O uso do Google Earth como ferramenta no ensino básico da Geografia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais**[...]. Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

MORAES, Elisabete Caria; FLORENZANO, Teresa Gallotti. Uso escolar de sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente: Curso de capacitação de professores do ensino fundamental e médio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: INPE, 2005. p. 1321-1327.

MOTA, Patrícia Nascimento; CARDOSO, Eduardo Schiavone. O ensino de geografia e a utilização de imagens de satélite. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, n.33, p. 291-304, 2007.

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes; PONZONI, Flávio Jorge. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2001.

PATTERSON, Todd C. Google Earth as a (not just) geography education tool. **Journal of Geography**, v. 106, p. 145-152, 2007. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00221340701678032>. Acesso em: 10 set. 2020. <https://doi.org/10.1080/00221340701678032>

PAZINI, Dulce Leia Garcia; MONTANHA, Enaldo Pires. Geoprocessamento no ensino fundamental: utilizando SIG no ensino de geografia para alunos de 5.a a 8.a série. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: INPE, 2005. p. 1329-1336.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Hannover**. Versão 3.16.4. Qgis, 2020. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 23 jul. 2020.

REY, Jorge R. El sistema de Posicionamiento Global – GPS. **EDIS**, v. 2006, n. 14, 2006. Disponível em: <https://journals.flvc.org/edis/article/view/115973>. Acesso em: 05 jul. 2020. <https://doi.org/10.32473/edis-in657-2006>

ROSA, Roberto. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de geografia**, v. 16, p. 81-90, 2005. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0009>

SALES, Matias Francisco Gomes de. **Degradação urbana decorrente da atividade de mineração para a construção civil em Teresina – PI**. 2015. 131 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2015.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

- SANTOS, Vânia Maria Nunes. **Uso escolar do sensoriamento remoto como recurso didático e pedagógico no estudo do meio ambiente**. São José dos Campos: INPE, 2002. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/archive.cgi/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.13.24>. Acesso em: 22 mar. 2020.
- SILVA, Fábio Gonçalves da; CARNEIRO, Celso Dal Ré. Geotecnologias como recurso didático no ensino de Geografia: experiência com Google Earth. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 329-342, 2012. <https://doi.org/10.14393/RCG134116679>
- SOUSA, Iomara Barros de; JORDÃO, Barbara Gomes Flaire. Geotecnologias como recursos didáticos em apoio ao ensino de Cartografia nas aulas de Geografia do ensino básico. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 53, p. 150-163, 2015.
- SOUZA FILHO, Carlos Roberto de; CRÓSTA, Alvaro Penteado. Geotecnologias aplicadas à geologia. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 33, n. 2 (suplemento), p. 1-4, 2003. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9818/9154>. Acesso em: 30 de mar. 2020. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.200333S20104>
- SOUZA, Marcelo Lopes de. **Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.
- TAVEIRA, Luciano. Impacto ambiental da mineração. In: HAMMES, Valéria Sucena. **Julgar, percepção do impacto ambiental**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 105-106.
- TERESINA (Município). **Teresina Agenda 2015**: Plano de Desenvolvimento Sustentável. Teresina: PMT, 2002.
- TERESINA (Município). SEMPLAN – Secretaria Municipal de Planejamento. **Mapas de Teresina Shapefile**. Teresina: Secretaria Municipal de Planejamento (SEMPPLAN), 2020. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/mapas-interativos/>. Acesso em 20 set. 2021.
- VIANA, Bartira Araujo da Silva. **Mineração de materiais para construção civil em áreas urbanas: impactos socioambientais dessa atividade em Teresina, PI/Brasil**. 2007. 244 f. Dissertação (Mestrado) – Programa Regional de Pós-Graduação e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.
- VIANA, Bartira Araújo da Silva; REIS, Edileia Barbosa. O ensino sobre mineração no espaço urbano de Teresina. In: PORTELA, Mugiany Oliveira Brito; VIANA, Bartira Araújo da Silva; FÉ LIMA, Iracilde Maria de Moura (org.). **O ensino de Geografia e a cidade de Teresina**. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2020. p. 97-130.
- VIEIRA, Carla Iamara de Passos; VIANA, Bartira Araújo da Silva. Áreas de extração mineral para construção civil em Teresina-PI: aspectos físicos e seus impactos socioambientais. **Revista Equador**, v. 5, n. 3, p. 99-119, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/5041>. Acesso em: 05 jul. 2020. <https://doi.org/10.26694/equador.v5i3.5041>

Recebido em: 05/06/2021

Aceito para publicação em: 24/09/2021