

# Geografia, Geotecnologias e Planejamento Ambiental

## *Geography, Geotechnologies and Environmental Planning*

Cláudia Maria Sabóia de Aquino<sup>1</sup>

Gustavo Souza Valladares<sup>2</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho, fundamentado em revisão de literatura, aborda a relação existente entre a Geografia e as Geotecnologias, bem como o emprego das últimas na realização de estudos voltados para o planejamento ambiental. Como objetivos destacam-se: (i) realizar um breve resgate acerca da preocupação ambiental nos estudos de geografia; (ii) apresentar e traçar algumas características de alguns sensores orbitais, bem como de alguns Sistemas de Informação Geográfica já desenvolvidos e (iii) indicar estudos de casos que revelam as potencialidades destas geotecnologias nos estudos a serem desenvolvidos pelos profissionais em Geografia. O levantamento bibliográfico realizado para subsidiar a elaboração deste artigo indica a importância do emprego dos princípios científicos da geotecnologia na contribuição ao desenvolvimento do ambiente social e natural, como suporte ao ordenamento, ao monitoramento e gestão ambiental, nas diferentes regiões brasileiras. Os resultados obtidos com o emprego destas ferramentas devem ser transformados em ações concretas, que possibilitem, além de sobrevivência, uma relação harmoniosa entre o homem e a terra, visando ao desenvolvimento sustentável. Ressalte-se no presente trabalho a necessidade de o profissional geógrafo dominar esta ferramenta tecnológica para melhor compreensão do meio biótico e abiótico e suas respectivas dinâmicas.

**PALAVRAS-CHAVES:** Geografia Física. Sensoriamento Remoto. Sistemas de Informação Geográfica. Planejamento Ambiental.

**ABSTRACT:** *The present work, based in literary revision, approaches the existing relationship between Geography and Geotechnologies, as well as with the employment of the last in the realization of studies related to environmental planning. Among the objectives highlighted we may (i) accomplish a brief rescue of the environmental concern among geographic studies; (ii) present and trace some characteristics of some sensorial orbits, as well as some Geographical Information Systems already developed and (iii) indicate case studies that reveal the potentialities of these Geotechnologies in studies to be developed by professional in Geography. The bibliographical review realized in order to subsidize the elaboration of this article, indicates the importance of the employment of scientific principles of Geotechnology in the contribution of the development of the natural and social environment, as support to the ordearing, monitoring and environmental management, in different brazilian regions. The results obtained with the employment of these tools should be transformed in concrete actions that enable, besides survival, a harmonious relationship between man and land, looking foward sustainable development. It is worth mentioning that in the present work, the necessity of the geographic professional to dominate this technological tool to better comprehend the byotic and abyotic environment and its respective dynamics.*

**KEY WORDS:** Physical Geography. Remote Sensing. Geographical Information Systems. Environmental Planning.

---

<sup>1</sup> Graduada em Geografia. Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe. Prof<sup>a</sup> Adjunto do Dept<sup>o</sup> Geografia e História da Universidade Federal do Piauí. Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, sem número, CEP 64049-550, Bairro Iningá, Teresina, Piauí. cmsaboia@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduado em Agronomia. Doutor em Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Prof<sup>o</sup> Adjunto do Dept<sup>o</sup> Geografia e História da Universidade Federal do Piauí. Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, sem número, CEP 64049-550, Bairro Iningá, Teresina, Piauí. valladares@ufpi.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Como afirmam Oliveira, Oliveira e Fernandes (2010), ao longo de seu contexto histórico-epistemológico, a Geografia tem incorporado variados métodos de análise e pesquisa. A partir de 1950, notoriamente a Geografia física destacou-se devido à importância da conservação e manutenção dos recursos naturais, passando os mesmos a integrarem as agendas políticas, face à emergência de uma série de impactos ambientais danosos ao meio.

Concomitante a preocupação com as questões ambientais emerge o desenvolvimento da informática, que permite ao profissional em Geografia a incorporação ao seu conhecimento de novas tecnologias, que auxiliam no melhor entendimento dos ambientes físicos, e das relações que estes mantêm com as questões humanas, bem como na relação interdisciplinar com profissionais de outras áreas. Emerge assim na Geografia perspectivas de estudo de modo plural e dialético, na medida em que as organizações espaciais estão em constante modificação quer no âmbito da natureza ou da sociedade.

Neste enfoque, Mendonça (2003) provoca uma reflexão ao questionar: — Não estaria a questão ambiental promovendo uma construção que ultrapassa o campo especificamente da Geografia física? Não estaria esta temática exigindo um repensar mais conjuntivo da própria Geografia, e, para além dela, um repensar transdisciplinar e interdisciplinar? Enfim, num mundo que se unifica pela produção e reprodução da natureza tornada mercadoria, discutir a natureza e a questão ambiental resgata a unidade da Geografia (MENDONÇA, 2003, p. 113-114). Esta nova perspectiva geográfica é reforçada por Bertrand (2004), ao afirmar que o estudo global dos meios naturais não pode ser conduzido somente pelos geógrafos, é preciso ir além, buscando um repensar transdisciplinar e interdisciplinar. Este modelo plural tem sua viabilidade acrescida com o emprego de técnicas eficazes de aquisição de dados por sensoriamento remoto e análises multivariadas de informações nos sistemas de informação geográfica, dando maior agilidade às tomadas de decisão referentes ao ordenamento territorial.

Considerando-se a importância desta temática em nível de revisão de literatura, o presente trabalho objetiva: (i) realizar um breve resgate acerca da preocupação ambiental nos estudos de geografia; (ii) apresentar e traçar algumas características de alguns sensores orbitais, bem como de alguns Sistemas de Informação Geográfica; (iii) indicar

estudos de casos que revelam as potencialidades destas geotecnologias nos estudos a serem desenvolvidos pelos profissionais em Geografia.

## **A EMERGÊNCIA DA PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL NOS ESTUDOS DE GEOGRAFIA E ALGUMAS GEOTECNOLOGIAS DISPONÍVEIS**

A Geografia é a ciência que se preocupa com o estudo do espaço, considerando o conjunto das relações entre a natureza e a sociedade. Esta ciência, desde sua sistematização em 1850, sempre se deparou com a dicotomia físico *versus* humano, muito embora seu objeto de estudo – o espaço – considere/agregue o conjunto das relações entre a natureza e sociedade.

A Geografia que emerge em 1850, com um caráter empírico e fisiográfico, ganha em 1950, portanto, um século depois, outra característica, agora pragmática, voltada para orientar ações de planejamento ambiental. Esta reorientação da Geografia constituiu-se uma demanda frente à emergência de uma série de problemas de ordem ambiental, instituídos face ao crescimento econômico e ao conjunto de processos deste decorrente.

Com o advento do ambientalismo, os pesquisadores começam a propor intervenções no sentido da recuperação da degradação e da melhoria da qualidade de vida do homem. Neste momento, os estudos de Geografia Física no Brasil foram influenciados pela Teoria dos Geossistemas que utiliza uma análise integrada da natureza com a sociedade. A questão ambiental foi bastante discutida pelos geógrafos, que tenderam a incluir os processos econômicos e sociais, em uma tentativa de aproximação da Geografia Física de outros sub-ramos da Geografia como a Geografia Crítica. Há uma tomada de consciência da população em relação às inúmeras agressões que vinham se multiplicando em relação à natureza e aos níveis insatisfatórios da qualidade ambiental (GREGÓRIO, 2007).

Levantamentos sistematizados, realizados por Suetergarey e Nunes (2001) e Nunes (2008), corroboram a afirmativa anterior acerca do emprego da abordagem integrada na Geografia. Em levantamento realizado nos Anais do XI Simpósio de Geografia Física Aplicada do ano de 2005, Nunes (2008) constatou a existência de um maior número de trabalhos apresentados na perspectiva da dinâmica da relação sociedade-natureza, em detrimento aos demais eixos temáticos, 308 trabalhos (49%), considerando um total de 633 apresentados. Neste eixo (sociedade-natureza) destacaram-se trabalhos relacionados a

aspectos da degradação da natureza nas áreas de geomorfologia, biogeografia, climatologia, hidrografia, entre outras.

A partir de 1950, passa a predominar a Geografia Teorética/Quantitativa, orientada pela teoria sistêmica, fundamentada em métodos quantitativos e com o uso, por vezes indiscriminado, de modelos matemáticos, facilitados graças à vertiginosa evolução da indústria da informática, que a partir dos anos 1990, apresenta uma grande e crescente utilização do processamento digital. Esta fase é marcada pelo aumento na capacidade de processamento e redução dos custos dos equipamentos, o que permitiu o tratamento de imagens em computadores de mesa. Da mesma forma, um número cada vez maior de aplicativos, inclusive gratuitos, dedicados ao processamento digital de imagem vem sendo disponibilizado no mercado (IBGE, 1999).

Segundo Fitz (2008), a ideia de espaço geográfico e de como este é construído, organizado e estruturado traduz-se na preocupação do geógrafo enquanto pesquisador. Nesse sentido, a inesgotável busca de conhecimento pelo estudo da realidade verificada nesse espaço geograficamente constituído trouxe a necessidade do auxílio de um ferramental de apoio significativo, o que aconteceu com o advento e desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's).

Autores internacionais renomados, a exemplo de Dobson citado por Fitz (2008), vêm apresentando as tecnologias dos SIG's como um novo campo de trabalho para os geógrafos. Em diversos textos, o referido autor, que já trabalhara a ideia de uma Ciência da Informação Geográfica (CIG), discute uma possível revolução do conhecimento geográfico a partir do uso de SIG's.

Também conhecidas como "geomática", as geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica, voltadas para análise e tomada de decisão. As geotecnologias são compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* que, juntos, constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões. Dentre as geotecnologias, podemos destacar dentre outros: os sistemas de informação geográfica, a cartografia digital, o sensoriamento remoto e os sistemas de posicionamento global (ROSA, 2005).

Os Sistemas de Informação Geográfica e o Sensoriamento Remoto são instrumentos técnicos utilizados pela Geografia Física que permitem uma melhor interpretação e representação dos fenômenos que atingem o espaço geográfico. Constituem-se ferramentas fundamentais para fins de ordenamento territorial, análise e monitoramento com cunho ambiental.

A partir de 1972 o lançamento do primeiro satélite de sensoriamento remoto modificou substancialmente os estudos relacionados aos recursos naturais, bem como possibilitou novas perspectivas às análises ambientais. Estas ganharam um aliado que permite a obtenção de dados de forma rápida, confiável e frequente dos alvos terrestres.

Parte do conjunto das informações apresentadas a seguir, acerca dos vários satélites e *softwares* disponíveis na atualidade, foi obtida em Rosa (2005).

- *O Landsat* - O sistema Landsat foi desenvolvido pela NASA, com o objetivo de permitir a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva. Lançados em 1972, destacam-se: (ERTS – Landsat 1), 1975 (Landsat 2), 1978 (Landsat 3), 1982 (Landsat 4), 1984 (Landsat 5), 1993 (Landsat 6) e 1999 (Landsat 7). Ressalta-se que um deles explodiu no lançamento.

- *O Spot* - O programa Spot foi planejado e projetado desde o início como um sistema operacional e comercial de observação da Terra (Spot – Satellite Pour l'Observation de la Terre). Estabelecido por iniciativa do governo francês em 1978, com a participação da Suécia e Bélgica, o programa é gerenciado pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES), responsável pelo desenvolvimento do programa e operação dos satélites. Já foram lançados com sucesso os Spot 1 (22/02/86), 2 (11/01/90), 3 (26/09/93), 4 (24/03/98) e 5 (04/05/02). Destes, apenas o Spot 3 não se encontra em operação.

- *Cbers* - Em 6 de julho de 1988, foi assinado um programa de cooperação entre a China e o Brasil, para desenvolver dois satélites de observação da Terra. O conjunto de Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (Cbers) combina recursos financeiros e especialistas dos dois países para estabelecer um sistema completo de sensoriamento remoto. As imagens do Cbers são disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atualmente já possui imagens de alta resolução espacial com bando pancromática.

- *Aster* (AdvancedSpaceborneThermalEmissionandReflectionRadiometer) – missão desenvolvida em parceria entre Estados Unidos e Japão. O Aster é o instrumento do satélite Terra que oferece melhor resolução espacial (15 a 90 m) e opera nas regiões do visível, infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas e infravermelho termal. O Aster oferece quatorze canais que variam de 0,5 a 12  $\mu\text{m}$ , contudo o intervalo de 0,76 a 0,86  $\mu\text{m}$  é captado duplamente (no Nadir e Off-Nadir), para geração de modelos digitais de elevação. O Aster conta com uma resolução temporal de dezesseis dias e radiométrica de 8 bits (VNIR e SWIR) e 12 bits (TIR).

- *Ikonos* - Lançado em 1999, o satélite Ikonos II (o Ikonos I não chegou a ser lançado) foi o primeiro satélite comercial com resolução espacial de um metro, visava aumentar ainda mais as potencialidades dos recursos existentes.

- *Quick Bird* – Lançado em 18 de Outubro de 2001. É um satélite síncrono com o Sol, com órbita quase polar, a 450 km de altitude, com inclinação de 98º em relação ao polo. Este satélite foi programado para uma frequência de retorno que varia de 1 a 3 dias. Dependendo da latitude, a resolução espacial pode chegar a 61 cm. Leva 93,4 minutos para dar uma volta em torno da Terra e possui uma largura de varredura de 16,5 km. Seu sistema sensor opera em cinco faixas espectrais.

- *Terra e Aqua* - O lançamento dos satélites Terra (formalmente conhecido como EOS-AM) em 1999 e Aqua em 2002 marcou uma nova era do monitoramento da atmosfera, oceanos e continentes da Terra, fornecendo observações globais e esclarecimentos científicos da mudança da cobertura do solo, produtividade global, variação e mudança do clima, riscos naturais e o ozônio da atmosfera.

- *Rapideye* - A missão comercial RapidEye é formada por uma constelação de cinco microsatélites multispectrais, lançados em 29 de agosto de 2008. O controle é feito pela empresa alemã RapidEye AG. No cenário mundial, o diferencial oferecido pela RapidEye é a capacidade de produzir conjuntos de imagens de qualquer ponto da Terra em pouco tempo, fazendo com que ele possa ser utilizado para monitoramentos de eventos em agricultura, cartografia, florestas, governos, seguradoras e em outros que necessitem de uma atualização de dados mais rápida. Cada satélite possui seu próprio nome, sendo eles: Tachys, Mati, Trochia, Choros e Choma (EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2014).

- *Modis* (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). Os produtos Modis são formados por cinco subprodutos, sendo eles: MOD11A2, MOD13Q1, MOD15A2, MOD16A2, MOD17A3 (BASE DE DADOS RASTER DO LAFIG, 2014).

- *Worldview* – Gera imagens com 50cm de resolução espacial, sendo o WorldView 1 pancromático e o WorldView 2 com oito bandas espectrais. Devido a sua alta resolução espacial e espectral permite uma série de estudos em grandes escalas (WORLDVIEW, 2014).

- *Eros* (Earth Remote ObservationSatellite) – missão israelense com objetivo de gerar solução de baixo custo. Os produtos gerados por este sensor apresentam alta resolução espacial (1,8 metros) e, associados a uma base de dados primária, permitem a

identificação de cenários e análises espaciais. É pancromático, e atua no visível e no infravermelho (FONSECA e MATIAS, 2007).

- *GeoEye* é um satélite de sensoriamento remoto de alta resolução espacial de origem norte-americana, lançado em 2008, tendo a maior resolução espacial no setor comercial de imageamento espacial da Terra (até 700.000 km<sup>2</sup> de imagens pancromáticas e 350.000 Km<sup>2</sup> de imagens pancromática + multispectral (PSM), por dia, possibilitando a revisita de qualquer área de interesse na Terra a cada três dias ou menos), segundo informam Meneses e Almeida (2012). Assim, dentre as principais características das imagens de alta resolução do satélite *GeoEye*, destacam-se sua alta resolução espacial (1,65 m - multiespectral) e a reduzida periodicidade (três dias) em que o satélite recobre a mesma área da superfície terrestre (PANIZZA e FONSECA, 2011).

A título de contribuição, são fornecidas, no Quadro 1, algumas *homepages* que disponibilizam gratuitamente imagens de satélite.

**Quadro 1.** Empresas/Instituições e Homepages para aquisição gratuita de imagens de satélite

<b>Empresas/Instituições</b>	<b>Homepages onde podem ser encontradas</b>
Divisão de Geração de Imagens do INPE	<a href="http://www.dgi/inpe/br">http://www.dgi/inpe/br</a>
Earth from Space	<a href="http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/DFS/">http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/DFS/</a> <a href="http://eol.jsc.nasa.gov/Coll/">http://eol.jsc.nasa.gov/Coll/</a> <a href="http://eol.jsc.nasa.gov/cities/">http://eol.jsc.nasa.gov/cities/</a>
Earth Observatory	<a href="http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images_index">http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images_index</a>
EMBRAPA	<a href="http://www.cdbrasil.cnpem.embrapa.br">http://www.cdbrasil.cnpem.embrapa.br</a>
ENGESAT-galeria de imagens de satélite	<a href="http://www.engesat.com.br/download_imgs/download_imgs.htm">http://www.engesat.com.br/download_imgs/download_imgs.htm</a> <a href="http://www.engesat.com.br">http://www.engesat.com.br</a>
Imagens GeoEye	<a href="http://earth.google.com">http://earth.google.com</a>
Imagens SRTM	<a href="http://photojournal.jpl.nasa.gov/mission/SRTM?start=10">http://photojournal.jpl.nasa.gov/mission/SRTM?start=10</a>
LANDSAT	<a href="http://landsat.gsfc.nasa.gov/images/gallery/">http://landsat.gsfc.nasa.gov/images/gallery/</a>
Mosaicos GeoCoverLandsat	<a href="https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/">https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/</a>
Our Earth as Art	<a href="http://landsat.gsfc.nasa.gov/earthasart/">http://landsat.gsfc.nasa.gov/earthasart/</a>
Satélite CBERS	<a href="http://www.cbbers.inpe.br/catalogo">http://www.cbbers.inpe.br/catalogo</a>
Satélite IKONOS-Imagens de Alta resolução	<a href="http://www.spaceimaging.com">www.spaceimaging.com</a>
SATMÍDIA-galeria de imagens de satélite	<a href="http://www.satmídia.com.br">http://www.satmídia.com.br</a>
The Gateway to Astronaut Photography of Earth	<a href="http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/">http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/</a>
UFRGS onde está toda a cobertura do RS em imagem LANDSAT.	<a href="http://www.sct.rs.gov.br/programas/mosaico/index.htm">http://www.sct.rs.gov.br/programas/mosaico/index.htm</a>
Visible Earth-NASA	<a href="http://www.visibleearth.nasa.gov/">http://www.visibleearth.nasa.gov/</a>

**Fonte:** Adaptado de Sausen (2012).

Quanto aos *softwares* constata-se uma grande variedade no mercado. A seguir, são apresentados alguns deles:

- *ArcView GIS* - O ArcView foi desenvolvido pela empresa *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*, para efetuar análises em ambiente de SIG; trata-se de um dos Sistemas de Informação Geográfica mais populares do mundo. O ArcView GIS é um SIG *desktop* com uma interface gráfica fácil de utilizar, que permite carregar dados espaciais e tabulares, para que se possa visualizar em mapas, tabelas e gráficos. Inclui ainda as ferramentas necessárias para consultar e analisar os dados, bem como apresentá-los em mapas de elevada qualidade. O ArcView GIS é utilizado por profissionais da administração local ou regional na área do planejamento e ordenamento do território e cadastro; na área do mercado imobiliário para a localização de novos polos de desenvolvimento comercial; na área do marketing e publicidade; por empresas de serviços na procura de potenciais clientes; serviços de urgência; estudos demográficos; bancos; logística; energia; recursos hídricos; análise de redes; telecomunicações; defesa etc.

- *Autodesk Map* - O Autodesk Map tem como principal objetivo a produção de mapas em PC. Este produto apresenta as ferramentas do AutoCAD tradicional em um ambiente desenvolvido para profissionais de cartografia. Permite integrar vários tipos de dados e formatos gráficos, possibilitando também fazer análises espaciais. O Autodesk Map 2004 é a solução que oferece a melhor precisão em Cartografia e uma poderosa ferramenta de análise SIG para os engenheiros, técnicos de planejamento, gestores de infraestrutura e geógrafos. Possibilita criar, gerir, e produzir mapas; integrar dados de múltiplas fontes e formatos, incluindo Oracle Spatial; efetuar análises SIG e produzir mapas temáticos. Possui ferramentas de limpeza de desenhos e simplificadas capacidades de criação de topologias que facilitam a sua utilização. Os usuários podem trabalhar com múltiplos desenhos, e vários usuários podem editar o mesmo mapa simultaneamente. Suporta todos os principais formatos *raster*, permitindo a gestão e integração de uma ampla variedade de dados, além da utilização de imagens georreferenciadas.

- *Envi* - O Envi é um *software* de processamento de imagens desenvolvido com a linguagem IDL (*Interactive Data Language*) de quarta geração. Isso lhe garante robustez, velocidade e sofisticação sem a necessidade de um equipamento poderoso. A arquitetura aberta do ENVI permite que se obtenha os melhores resultados com imagens fornecidas por sensores de última geração, como Landsat 7, Aster, Ikonos, Quick Bird, Envisat e Cbers. O livre acesso à linguagem IDL permite que o ENVI seja personalizado de acordo com as necessidades do usuário. O ENVI dispõe de funções exclusivas como o visualizador n-dimensional, além de um pacote completo de funções para (orto) registro, elaboração de mosaicos e carta imagem, visualização e análise de Modelos Digitais do Terreno em três dimensões, dentre outras.

- *Grass* - O *Geographical Resources Analysis Support System* é um sistema de informação geográfica e de processamento de imagens desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisas do Corpo de Engenheiros de Construção do Exército Norte-americano (USA/CERL), desenhado para uso em atividades de planejamento ambiental e gerenciamento de recursos naturais, com interface para outros *softwares*. É um SIG interativo baseado no formato matricial e vetorial, com funções voltadas para a análise de imagens, análise estatística e banco de dados. Encontram-se disponíveis as funções de sobreposição, análise e representação de dados na forma raster e vetorial, processamento de imagens, análise, classificação e geocodificação de imagens orbitais, além de aplicativos para digitalização e elaboração de mapas, incluindo funções de transformação de mapas de forma vetorial para *raster* e vice-versa.

- *Saga* - Desenvolvido na UFRJ pela Equipe Multidisciplinar do Prof. Jorge Xavier, desde 1983, o Sistema de Análise Geoambiental (SAGA) tem se mostrado eficiente para diversas aplicações no universo do geoprocessamento. O *software* trabalha com dados matriciais, tendo módulos de conversão e entrada de imagens, módulos de geoprocessamento para análises ambientais, podendo ser utilizado em análises simples e complexas, inclusive em análises temporais. Gera relatórios detalhados e nas versões mais atuais o módulo de geração de leiautes está de ótima qualidade, ponto fraco de muitos *softwares* livres (SAGA, 2014).

- *Saga* (System for Automated Geoscientific Analyses) – *Software* de distribuição gratuita, desenvolvido por pesquisadores da área de Geografia Física da Alemanha. Permite a fácil implementação de algoritmos espaciais, tem interface amigável, opera em ambiente Windows e Linux. Trabalha com linguagem C++ e é aplicável a inúmeras análises ambientais (SAGA, 2014).

- *Idrisi* - Desenvolvido pela Graduate School of Geography da Clark University, Massachussets, baseado no formato matricial de representação dos dados e executado em microcomputadores com Sistema Operacional Windows. O IDRISI é um *software* que reúne ferramentas nas áreas de processamento de imagens, sensoriamento remoto, SIG, geoestatística, apoio a tomada de decisão e análise de imagens geográficas. O usuário pode desenvolver programas específicos de forma a atender novas aplicações. Utiliza banco de dados externo com interface para o Dbase e Access. Permite a migração de dados para outros *softwares*. Este sistema é indicado para atividades de ensino, pois se trata de um sistema que tem praticamente todas as funções que são normalmente encontradas em um SIG de maior porte, com um custo relativamente baixo.

- *MapInfo* - O MapInfo é um *desktop mapping*, com potencialidades semelhantes às do ArcView, que possibilita a visualização de dados geográficos, a análise desses dados e a impressão de mapas. A linguagem de desenvolvimento associada a este produto é o MapBasic, que permite personalizar o MapInfo e integrá-lo com outras aplicações ou aumentar suas potencialidades básicas. O MapInfo permite realizar análises elaboradas com as extensões SQL e sistema *buid-in* de Gerenciamento em um mapa de Bases de Dados relacionais como, por exemplo, encontrar um endereço, um código postal, um cliente específico ou outro elemento qualquer; calcular distâncias, áreas ou perímetros; criar ou modificar mapas etc. Permite trabalhar com grande variedade de dados.

- *Spring* - O Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas foi desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de

Pesquisas Espaciais (INPE). Trata-se de uma evolução e integração dos sistemas SGI e SITIM, desenvolvidos para microcomputadores. Construído segundo o estado da arte em técnicas de modelagem e programação; combina uma interface com o usuário altamente interativa, interface de banco de dados que modela a metodologia de trabalho em estudos ambientais e manipulação unificada de dados espaciais, o que elimina o dilema *raster-vector*. Integra processamento de imagens, análise espacial e modelagem digital do terreno, além de interface com os bancos de dados. Opera em ambiente UNIX e Windows. É baseado em um modelo de dados orientados a objetos, do qual são derivadas sua interface multijanelas e a linguagem espacial LEGAL. Projetado especialmente para grandes bases de dados espaciais, implementa algoritmos inovadores para segmentação e classificação de imagens por regiões, restauração de imagens e geração de malhas triangulares. Os dados geográficos são mantidos em um banco de dados relacional que suporta dados provenientes de sistemas comerciais como Dbase IV, Ingress e Oracle. O sistema de armazenamento suporta representações matriciais e vetoriais de dados geográficos que permitem armazenar de forma organizada e compacta diversos tipos de mapas temáticos, imagens aéreas, imagens de satélites e imagens de radar. O SPRING é um sistema de distribuição e uso gratuito (SPRING, 2014).

- *GVSIG* - é um Programa computacional livre, desenvolvido em Valência – Espanha, Financiado pela Comunidade Europeia. Trata-se de um Sistema de Informações Geográficas que dispõe de funções para a aquisição, armazenamento, gerenciamento, manipulação, processamento, exibição e publicação de dados e informações geográficas (CURSO DE GVSIG, 2014).

- *TerraView* - O sistema TerraView trata dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos), matriciais (grades e imagens) e seus respectivos atributos (tabelas), armazenados em bancos de dados relacionais ou georrelacionais disponíveis no mercado. O TerraView é um *software* livre (PROJETO TERRAVIEW, 2014).

- *Kosmo* - é um SIG desenvolvido pela empresa Sistemas Abertos de Informação Geográfica (SAIG SL), distribuído sob licença GNU\_GPL (5), que exibe e processa dados espaciais em formatos vetoriais (formato dxf, ou PostgreSQL bases de dados (6) e outros) e raster (TIFF, GeoTIFF, JPG, PNG e outros). O Kosmo é um *software* livre (KOSMO, 2014).

O Quantum GIS (QGIS) é um sistema livre de informação geográfica (SIG) multi-plataforma que suporta formatos vetoriais, raster, e de bases de dados. O QGIS permite procurar, editar e criar formatos ESRI shapefiles, dados espaciais em PostgreSQL/PostGIS,

vetores e rasters GRASS, ou ainda GeoTiff. O QGIS suporta ainda extensões e acesso a módulos do GRASS, permitindo visualizar mapas do GRASS simultaneamente com dados SIG em outros formatos (QGIS, 2014).

O Quadro 2 apresenta uma lista de alguns sistemas de informação na atualidade disponíveis gratuitamente, com sucinta característica dos mesmos.

**Quadro 2.** Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) gratuitos, tipos de sistema em que operam características, instituição que o desenvolveu e país

(SIG's) gratuitos	Sistema requerido	Características	Desenvolvedor/País
Spring	Windows/Linux	Geoprocessamento e PDI	INPE / Brasil
gvSIG	Java	Geoprocessamento	GVA / Espanha
Kosmo	Java	Geoprocessamento	SAIG / Espanha
Sextante	Java	Extensão de Análise Espacial (para gvSIG, uDIG e OpenJUMP)	Junta de Extremadura / Espanha
Quantum GIS (QGIS)	Windows/Linux/MacOS	Geoprocessamento (com módulos do GRASS)	Gary Sherman / EUA
Grass	Windows/Linux	Geoprocessamento-PDI- Modelagem 3D	CERL-U.S.Army / EUA
SavGIS (Savane)	Windows	Geoprocessamento e SGDB	IRD / França
Saga	Windows/Linux	Geoprocessamento	Univ. de Hamburgo /Alemanha
Ilwis	Windows	Geoprocessamento e PDI	ITC / Holanda
Jump	Java	Toolkit Geoprocessamento	Vivid Solutions / Canadá
OpenJUMP	Java	Geoprocessamento	JPP / Internacional
uDIG	Java	Geoprocessamento	Refractions Research / Canadá
Ossim	Windows/Linux/MacOS	Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto	Agências Governamentais / EUA
MapWindow	Windows	Geoprocessamento	Utah Water Research Lab / EUA
OrbisGIS	Java	Geoprocessamento	França
OrbisCAD	Java	CAD (desenho assistido por computador)	França
jGRASS	Java	Geoprocessamento (uDIG plug-in)	Università di Ingegneria di Trento e Hidrologis / Itália
Terraview /TerraSIG	Windows/Linux	Visualizador e gerenciador de banco de dados espaciais / Geoprocessamento	INPE / Brasil Min. das Cidades
Thuban	Java	Visualizador	Intevation / Alemanha
<u>OpenEV (FWTools)</u>	Windows/Linux/MacOS	Geoprocessamento	Atlantis Scientific e CRS / Canadá
<u>KartoMNT</u>	Java	Modelagem Digital de Elevação	/ França
<u>Landserf</u>	Java	Modelagem Digital de Elevação	City University of London / Inglaterra
SkyJUMP	Java	Geoprocessamento e CAD	Larry Becker/ EUA(?)

HidroSIG	Java	Geoprocessamento e modelagem hidrológica	Universidad Nacional de Colombia
Diva-Gis	Windows / Java	Geoprocessamento	CIP / Peru
MySQL	Windows/Linux/MacOS/BSD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados	MySQL AB / Suécia - Sun Microsystems / EUA
PostgreSQL(PostGIS)	Windows/Linux/MacOS/BSD	SGDB (Extensão para armazenar dados espaciais)	Refractions Research / Canadá
Paraview	Windows/Linux/MacOS/BSD	Visualização 3D e interpolação	Kitware Inc. / EUA
Basins	Windows	Interpolação e modelagem hidrológica - extensão para Mapwindow e ArcGIS	EPA / EUA
Mapscan	Windows	Vetorização de Mapas em raster	ONU
Philcarto	Windows	Visualizador e compositor de mapas vetoriais	Philippe Waniez / França
<b>Fonte:</b> SIG Gratuitos, 2014.			

## **CONTRIBUIÇÕES DAS GEOTECNOLOGIAS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL: INDICAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO NO NORDESTE BRASILEIRO E NO ESTADO DO PIAUÍ**

A extensão do território brasileiro e o pouco conhecimento dos recursos naturais, em escalas mais detalhadas, aliados ao elevado custo para que se obtenham informações por métodos convencionais constituíram fatores decisivos para que o País entrasse no programa de sensoriamento remoto por satélite. Esta inserção tomou impulso na década de 1960 com o Projeto Radambrasil, que tinha como objetivo realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do Brasil. Este programa proporcionou o treinamento e especialização de diversos técnicos brasileiros, que até então só conheciam o manuseio de fotografias aéreas (GREGÓRIO, 2007).

As geotecnologias podem contribuir na elaboração de produtos para fins de planejamentos regionais, envolvendo pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, em uma perspectiva integrada, aliando dados físicos a dados socioeconômicos dos municípios de uma dada região. Convém assinalar que o resultado deste estudo permite que programas de desenvolvimento sejam estabelecidos para toda a região, de maneira

harmônica, considerando-se as reais necessidades dos municípios e sua vulnerabilidade quanto ao meio ambiente físico.

Outra contribuição valiosa do sensoriamento remoto diz respeito ao uso de imagens de satélite como âncora para o Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) de regiões onde a ação antrópica ainda não aconteceu de forma intensa. O ZEE como ferramenta de planejamento ambiental fundamenta-se em análises que objetivam identificar os atributos físicos a fim de conhecer a vocação natural das paisagens e seu nível de suporte para desenvolvimento ou preservação (SAUSEN, 2012).

É vasta a literatura disponibilizada que trata do emprego de geotecnologias aplicadas às questões ambientais; contudo, a título ilustrativo, são indicados apenas alguns trabalhos realizados no cerne da ciência geográfica com o emprego de geotecnologias (SIG's e Sensoriamento Remoto), no Nordeste e no Estado do Piauí, a fim de corroborar a afirmativa de Paes e Venturi (2011) de que o denso embasamento teórico, metodológico, técnico, aliado a uma postura crítica diante da realidade, faz do geógrafo e das geotecnologias instrumentos indispensáveis às atividades relacionadas a planejamento, gestão territorial, monitoramento e manejo ambiental.

A região Nordeste constitui um exemplo clássico das disparidades regionais de nosso País. Bacelar (2000) afirma que, já nos anos 1990, os investimentos federais eram direcionados às áreas dinâmicas com vistas ao mercado mundial. A lógica era fortalecer a dinâmica dos mais fortes, e abandonar as áreas não dinâmicas e sem competitividade, condenando-as à pobreza eterna. Eram realçadas assim as disparidades intrarregionais.

Como resultado desta conduta política, o semiárido do Nordeste brasileiro amarga significativo atraso social e econômico, que se materializa em baixos níveis de escolaridade, elevado desemprego, baixo nível tecnológico e em uma economia incipiente e significativamente dependente das condições climáticas da região, marcada por irregular distribuição de precipitação no tempo e no espaço, característica do clima semiárido, com elevadas temperaturas e evapotranspiração potencial, que coaduna com solos rasos, vegetação caducifoliada, sob substrato, em sua maior parte, cristalino. O conjunto destas condições ambientais sugere à região significativa fragilidade ambiental, e, nas palavras de Vasconcelos Sobrinho (1983), uma “vocação pré-desertica”, o que tem orientado à realização de estudos, com vistas a diagnosticar as áreas suscetíveis a este processo de degradação com suas respectivas potencialidades, vulnerabilidades e limitações desta porção do Brasil que abriga uma população de 53.081.799 habitantes (IBGE, 2010), o correspondente a 27,8% da população do País.

Barros et al. (2008; 2012) avaliaram, entre os anos de 2002 e 2008, a quantidade de trabalhos que enfocam a temática da desertificação nos anais de oito eventos realizados no País. Constataram que o Simpósio de Sensoriamento Remoto foi o que mais apresentou trabalhos, considerando a temática da desertificação, evidenciando assim o estado da arte dos estudos de desertificação diretamente atrelado às técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Quanto às metodologias empregadas, estas se relacionam ao mapeamento e classificação da área de estudo, com averiguação em campo, com uma única cena. A outra metodologia é a análise multitemporal com o emprego do índice de vegetação ou não.

O emprego das técnicas de sensoriamento remoto e SIG's no Nordeste Brasileiro podem ser comprovadas a partir dos trabalhos de Braúna e Cruz (2004), Freitas Filho & Sousa (2005), Pacheco, Freire e Borges (2006a), Pacheco, Freire e Borges (2006b), Gregório (2007), Sá et al. (2008), Souza et al. (2008), Souza e Araújo (2008), Oliveira e Galvêncio (2008), Silva, Galvêncio e Pimentel (2008), Carvalho e Almeida Filho (2009), Silva, Paiva e Santos (2009), Silva, Chaves e Alves (2010), Aguiar, Gomes e Cruz (2010), Peixe e Torres (2011), Melo e Lima (2011), Damasceno e Sousa (2011), Mota e Valladares (2012), Ferreira et al. (2012), Farias et al. (2012), Almeida, Cunha e Nascimento (2012), Mota et al. (2012), Belém e Carvalho (2013), Sartori (2013), Silva et al. (2013) e Fernandes, Barbosa e Moraes Neto (2013).

Carvalho (2007) destaca que, no semiárido, o solo constitui o principal componente da resposta espectral detectada pelos sistemas sensores, visto que o índice de cobertura vegetal do terreno em geral é menor do que 30%. Os solos geralmente apresentam baixo conteúdo de matéria orgânica e baixa umidade. Solos claros ou avermelhados são mais frequentes. Essas características favorecem a utilização de sensoriamento remoto nesse tipo de estudo, por permitir avaliar a extensão da área de solo degradada. Daí o expressivo emprego desta metodologia nos estudos ambientais desenvolvidos nesta parte do País.

No Estado do Piauí, considera-se modesto o emprego de geotecnologias nos estudos relacionados ao ambiente físico; contudo, destacam-se alguns trabalhos de pesquisa que têm objetivado, em geral, quantificar a área degradada do Núcleo de desertificação de Gilbués, por meio do uso de sensoriamento remoto e geoprocessamento, dentre os quais se destacam: Crepani, Medeiros e Silva (2007), Silva, Salviano e Andrade (2007); Carvalho e Almeida Filho (2009); Crepani et al. (2008); Tanajura et al. (2007), Silva

et al. (2009), e Crepani (2009). Considerando as demais regiões do estado, destacam-se: Aquino, Almeida e Oliveira (2012 a e b), Aquino e Oliveira (2012) e Barbosa et al. (2007).

## CONCLUSÃO

A natureza da Geografia permite que esta conceba a paisagem de forma integrada, considerando seus diversos componentes. A intensa dinâmica dos processos e fatores de ordem natural que atuam na superfície da terra, aliada a totalidade das atividades humanas, especialmente após a Primeira Revolução Industrial, tem culminado em intensos processos de degradação ambiental, que ensejam diagnósticos precisos e rápidos para sua posterior intervenção e minimização.

Na atualidade, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) aliados ao emprego de imagens orbitais constituem ferramentas indispensáveis à detecção, avaliação e monitoramento dos problemas relacionados ao meio ambiente, isso devido à possibilidade de análise temporal de ações antrópicas, de quantificação, de identificação, e localização das ações antrópicas que estejam desestruturando o frágil equilíbrio do meio ambiente natural, a exemplo do ambiente da caatinga brasileira. Destaca-se também a integração e sobreposição de diferentes dados, em diferentes escalas, permitido pelos sistemas de informação geográfica, facilitando a tomada de decisões e reorientações, quando necessárias, de políticas de uso e ocupação do solo.

Aos geógrafos comprometidos que são com a questão da organização espacial, cabe avançar no sentido de aprendizagem e/ou aprofundamento acerca do emprego destas ferramentas, na atualidade indispensáveis a suas pesquisas, sob pena da perda de qualidade e eficiência em seus trabalhos. Neste contexto, insere-se a elaboração deste artigo que, de forma concisa e em nível introdutório, procura suscitar reflexões acerca de alguns conceitos e técnicas digitais, utilizados para a extração de informações das imagens, bem como apontar estudos de caso que possam inspirar, fundamentados nestas ferramentas, novos estudos relacionados a levantamento de recursos naturais, cartografia e meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. E. X.; GOMES, D. D. M.; CRUZ, M. L. B. Mapeamento de uso do solo e degradação da cobertura vegetal do município de Senador Pompeu (CE), utilizando técnicas

de classificação supervisionada. VI SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., 2010, Coimbra. **Anais...** Universidade de Coimbra, 2010. p. 1-10. Disponível em: <[http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/antonia\\_mapeamento](http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/antonia_mapeamento)>. Acesso em 14 abr. 2014.

ALMEIDA, N. V.; CUNHA, S. B.; NASCIMENTO, F. R. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá – Nordeste do Brasil/Paraíba. In: **Revista Geonorte**, Manaus, Edição Especial, v. 3, n. 4, 2012, p 365 – 278. Disponível em <<http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009>>. Acesso em 14 de abr. 2014.

AQUINO, C. M. S.; ALMEIDA, J. A. P.; OLIVEIRA, J. G. B. de. Análise da desertificação do núcleo de São Raimundo Nonato - Piauí. RBC. **Revista Brasileira de Cartografia** (on-line), RJ, v. 64/3, Jun. 2012a. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/441/457>. Acesso em 14 abr. 2014. P. 287-299.

AQUINO, C. M. S.; ALMEIDA, J. A. P.; OLIVEIRA, J. G. B. de. Estudo da cobertura vegetal/uso da terra nos anos de 1987 e 2007 no núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato (PI). **Ra'e ga** (UFPR), v. 25, p. 252-278, 2012b.

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B. de. Estudo da dinâmica do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) no núcleo de São Raimundo Nonato (PI). **Geusp** (USP), v. 31, p. 157-168, 2012.

BACELAR, T. A “questão regional” e a “questão nordestina”. In: TAVARES, M. C. (Org.). **Celso Furtado e o Brasil**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2000. p. 1 - 30.

BARBOSA, M. P. et al. Estudo da degradação das terras – município de Picos (PI). In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 8, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007. p. 4357- 4363.

BARROS, K. O. et al. A pesquisa em desertificação no Brasil: cenários e perspectivas. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 55-62, 2008.

BARROS, K. O. et al. O estado da arte da desertificação: análise dos principais periódicos da área de sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, vol. 2, n. 1, p. 144 - 150, jul. 2012.

**BASE DE DADOS RASTER DO LAPIG**, 2014. Disponível em <<http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/index.php/produtos/imagens-satelite>>. Acesso em 11 abr. 2014.

BELÉM, R. A.; CARVALHO, V. L. M. Zoneamento Ambiental Em Uma Unidade De Conservação Do Bioma Caatinga: Um Estudo De Caso No Parque Estadual Mata Seca, Manga, Norte De Minas Gerais. **Revista de Geografia**, UFPE, Vol. 12, Nº 29, p. 233 – 245, jan/abr, 2013. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/734/498>>. Acesso em 14 de abr. 2014.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **RA'EGA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BRAÚNA, A. L.; CRUZ, M. L. B. Geoprocessamento aplicado à análise da degradação e desertificação no município de Tauá (CE). In: II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE. **Anais...** Aracaju: UFS, 2004. p. 1 – 4. Disponível em:

<[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo1/008.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/008.pdf)>. Acesso em 14 de abr. 2014.

CARVALHO C. M.; ALMEIDA FILHO, R. Uso de série temporal de imagens Landsat (TM) para avaliar a extensão da desertificação na região de Gilbués, Sul do Estado do Piauí. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. **Anais...** Natal, 2009. p. 3635-3642.

CARVALHO, C.M. **Avaliação da desertificação no sudoeste do Estado do Piauí (PI), através de técnicas de sensoriamento remoto.** 2007. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos (SP).

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de, SILVA, E. F. da. **Banco de Dados Geográficos de parte do Núcleo de Desertificação de Gilbués** (municípios de Gilbués e Mote Alegre do Piauí). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

CREPANI, E. O núcleo de desertificação de Gilbués observado pelo sensoriamento remoto e pelo geoprocessamento. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2009. p. 5185-5192.

CREPANI, et al. **Relatório do Banco de Dados Geográficos de parte do Núcleo de Desertificação de Gilbués (Municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí).** São José dos Campos: INPE, jan. 2008.

**CURSO DE GVSIG.** Disponível em: <[http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/cursos\\_online/gvsig/](http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/cursos_online/gvsig/)>. Acesso em 11 abr. 2014.

DAMASCENO, R. B.; SOUSA, R. F. Potencialidades das Imagens de satélite para avaliação municipal: o caso de Piancó (PB). **Revista Princípiã**, n. 19, p. 58-71, dez. 2011.

**EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE.** Disponível em: [http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/missao\\_rapideye.php](http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/missao_rapideye.php) Acesso em 11 abr. 2014.

FARIAS, A. A. et al. Degradação ambiental no entorno da bacia hidrográfica do açude Manoel Marcionilo, Taperoá (PB). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, n.4, p. 863-876, 2012.

FERNANDES, M. F.; BARBOSA, M. P.; MORAES NETO, J. M. Caracterização do uso das terras e das áreas em risco de desertificação em parte da Floresta Nacional do Araripe (FLONA): municípios de Barbalha e do Crato, Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Vol. 06, n. 05, p. 1476-1498, 2013.

FERREIRA, J. M. S. et al. Análise espaço-temporal da dinâmica da vegetação de caatinga no município de Petrolina (PE). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 4, p. 904-922, 2012.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONSECA, M. F.; MATIAS, L. F. Utilização de Imagens do satélite EROS para estudos de ocupação e uso da terra. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p. 531-537.

FREITAS FILHO, M. R.; SOUZA, M. J. N. Análise geoambiental com aplicação de geotecnologias nas nascentes do riacho dos Macacos: bacia do rio Acaraú. XII **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005, p. 2161-2168.

GREGÓRIO, A. C. **Os caminhos da Geografia Física no Brasil a partir da análise da Revista Brasileira de Geografia (1939 a 2005)**. Monografia (Conclusão de Curso) — Universidade Federal de Viçosa, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Introdução ao processamento digital de imagens**. Primeira Divisão de Geociências do Nordeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

\_\_\_\_\_. **Censos Demográficos ano de 2010**. Rio de Janeiro.

**KOSMO**. Disponível em: <<http://www.opengis.es/>>. Acesso em 11 abr. 2014.

MELO, J. A. B.; LIMA, E. R. V. Diagnóstico geoambiental em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro, a partir do uso de geotecnologias. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 28, n. 1, p. 134 – 147, 2011.

MENESES, P. B.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Universidade de Brasília, 2012.

MEDONÇA, F. Geografia Socioambiental. **Revista Terra Livre**, v. 1, n. 16, p. 139 – 158, 2001.

MOTA, L. H. S. de O.; VALLADARES, G. S. Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará. **Revista ciência agrônômica**, v. 42, p. 39-50, 2011.

MOTA, L. H. S. et al. Risco de salinização das terras do baixo Acaraú (CE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1203-1210, 2012.

Nunes, J. O. R. **Perspectivas da Geografia Física. A natureza na Geografia produzida no Brasil**. Disponível em:

<<http://web.ua.es/es/giecryal/documentos/documentos839/docs/perspectivas-da-geografia-fisica.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2008.

OLIVEIRA, E. D.; OLIVEIRA, E. D.; FERNANDES, F. Breve debate sobre a questão ambiental e a teoria sistêmica na Geografia Física. **Revista Formação**, n. 17, vol. 1, p. 3-12, 2010.

OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Moxotó (PE), usando sensoriamento remoto termal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.1, n. 2, p. 30-49, 2008.

PACHECO, A. P.; FREIRE, N. C. F; BORGES, U. N. Uma contribuição do sensoriamento remoto para a detecção de áreas degradadas na caatinga brasileira. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 26, n.1, p. 46-68, jan./jun. 2006a.

PACHECO, A. P.; FREIRE, N. C. F; BORGES, U. N. A degradação ambiental em Xingo: uma visão sinótica numa perspectiva espectro-temporal. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2006b, Florianópolis. **Anais...** p. 1-9. Disponível em: <[http://geodesia.ufsc.br/Geodesiaonline/arquivo/cobrac\\_2006/220.pdf](http://geodesia.ufsc.br/Geodesiaonline/arquivo/cobrac_2006/220.pdf)>. Acesso em: jan. de 2010.

PAES, H. G.; VENTURI, L. A. B. Profissão Geógrafo. In: \_\_\_\_\_. **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula (Org.)**. São Paulo: Sarandí, 2011. p. 495 - 518.

PANIZZA, A. C, FONSECA, P. D. Técnicas de interpretação visual de imagens. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 30, p. 30-43, 2011.

PEIXE, A. S. M.; TORRES, M. F. A. Degradação ambiental em fragmento de mata atlântica: Reserva Ecológica do Jardim Botânico do Recife (PE). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 4, p. 762 - 778, 2011.

**PROJETO TERRAVIEW**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terraview>>. Acesso em 11 abr. 2014.

**QGIS**. Disponível em: <<http://www.qgis.org/>>. Acesso em 11 abr. 2014.

ROSA, F. S. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 16, p. 81-90, 2005.

SÁ, I. I. S. et al. Uso do índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) para caracterização da cobertura vegetal da região do Araripe – Pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.1, n. 1, p. 28-38, 2008.

**SAGA HOMEPAGE**. Disponível em: <<http://www.saga-gis.org/en/index.html>>. Acesso em 11 abr. 2014.

SARTORI, A. A. C. Análise multitemporal do uso e cobertura do solo na Área de Proteção Ambiental (APA) Tejupá, no período de 1984 a 2011. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais....** Foz do Iguaçu, PR, 2013, p. 7048 - 7055.

SAUSEN, T. M. **Sensoriamento Remoto e suas aplicações para recursos naturais**. Disponível em: <[http://www.politecnico.ufsm.br/cursos/tecnicos/imagens/geo/sr/sr\\_t05.pdf](http://www.politecnico.ufsm.br/cursos/tecnicos/imagens/geo/sr/sr_t05.pdf)>. Acesso em: dez. 2012.

**SIG Gratuitos**. Disponível em: <<http://www.audoc.com.br/geoprocessamento/siggratuitos>>. Acesso em 11 abr. 2014.

SILVA, F. B.; SALVIANO, A. ANDRADE, J. B. Áreas degradadas em microbacia de Gilbués – PI utilizando imagens do sensor CCD- CBERS. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p. 4257 - 4260.

SILVA, M. D.; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. M. Diagnóstico da ocupação vegetacional do município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, Brasil, através do sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.1, n. 2, p. 15-29, set./dez. 2008.

SILVA et al. Análise dinâmica do processo de desertificação na região de Gilbués-PI, utilizando imagens do TM/Landsat 5. XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal (RN). **Anais...** Natal (RN), 2009. p. 6265-6272.

SILVA, R. M.; PAIVA, F. M.; SANTOS, C. A. G. Análise do grau de erodibilidade e perdas de solo na bacia do rio Capiá baseado em SIG e Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 2, n. 1, p. 26-40, 2009.

SILVA, S. R. R.; CHAVES, I. B.; ALVES, J. J. A. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento geoambiental: Bacia hidrográfica do açude Camará (PB). **Mercator**, v. 9, n. 20, p. 239-252, set./dez. 2010.

SILVA, G. J. F. et. al. Degradação ambiental na microrregião do Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 4, p. 823 – 837, 2013.

**SISTEMA DE ANÁLISE GEO-AMBIENTAL - S.A.G.A.** Disponível em: <http://www.viconsaga.com.br/lageop/saga.php>>. Acesso em 11 abr. 2014.

SOUSA, S. F.; ARAÚJO, M. S. O. B. Caracterização fisiográfica da sub-bacia do rio Natuba (PE). In: **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 2, p.1-14, set/dez. 2008.

SOUZA, et al. Estudo da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal do município de Boa Vista (PB), utilizando geoprocessamento. In: **Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 22-30, jun./ago. 2008.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre**. Revista da Associação dos Geógrafos Brasileiros, São Paulo, n. 17, 2º sem. 2001, p. 11-24.

**SPRING** – Sistema de Processamento de Informações georeferenciadas. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acesso em 11 abr. 2014.

TANAJURA, E. L. L. X. et al. Metodologia para monitoramento da desertificação utilizando imagens CBERS: um estudo de caso de Gilbués (PI). II Simpósio brasileiro de Geomática / V Colóquio brasileiro de Ciências Geodésicas, 2007, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente, 2007. p. 24 – 27.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Áreas em desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: sua formação e sua contenção**. Recife: SUDENE, 1983.

**WORLDVIEW**. Disponível em: <<http://www.globalgeo.com.br/satelite/worldview-2/>>. Acesso em 11 abr. 2014.

Recebido em 10/03/2013

Aceito em 23/04/2014