

A Importância do Geoprocessamento para a História e o Saber Ambiental

The Relevance of Geoprocessing for the History and Environmental Knowledge

Natasha Sophie Pereira

Mestre em Ciências Ambientais pelo Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. Professor do Centro Universitário de Anápolis, Brasil

natasha.sophie@gmail.com

Nilton Correia da Silva

Doutorado em Geologia pela Universidade de Brasília, Brasil. Professor da Universidade de Brasília, Brasil

nilton.correia.silva@gmail.com

Osmar Abílio de Carvalho Júnior

Doutorado em Geologia pela Universidade de Brasília, Brasil(2000). Professor da Universidade de Brasília, Brasil.

osmarjr@unb.br

Sandro Dutra e Silva

Doutorado em História pela Universidade de Brasília. Professor do Centro Universitário de Anápolis e da Universidade Estadual de Goiás, Brasil.

sandroutr@hotmail.com

PEREIRA, Natasha Sophie; SILVA, Nilton Correia; CARVALHO JUNIOR, Osmar Abílio; SILVA, Sandro Dutra. A Importância do Geoprocessamento para a História e o Saber Ambiental. *FRONTEIRAS: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, Anápolis-Goiás, v.3, n.2, jul.-dez. 2014, p.132-144.

Resumo

A história ambiental é um campo historiográfico relativamente novo. No entanto, seu desenvolvimento no campo científico tem se pautado pela utilização de ferramentas e metodologias que nem sempre foram utilizadas pela historiografia tradicional, sobretudo por lidar, de forma interdisciplinar com o meio ambiente. Esse artigo objetiva relacionar os estudos de geoprocessamento com as questões históricas, evidenciando o exercício do saber ambiental em sua dimensão interdisciplinar, auxiliando na quantificação das mudanças sofridas pelo meio ambiente no decorrer do tempo. Esse artigo procura refletir sobre o papel da tecnologia nas análises temporais para a uso histórico e também para o saber ambiental sobre efeitos perturbadores ao ambiente e à sustentabilidade.

Palavras-Chave: Geoprocessamento; História Ambiental; Saber Ambiental.

Abstract

Environmental history is a relatively new historiographical field. However, its development in the scientific field has been marked by the use of tools and methodologies that have not been used by traditional historiography, especially for dealing, in an interdisciplinary way with the environment. This article aims to relate the studies of geoprocessing with historical issues, highlighting the exercise of environmental knowledge in its interdisciplinary

dimension, helping to quantify the changes to the environment over time. This paper discuss how the role of technology in temporal analyzes for the historical use and also for environmental knowledge about disruptive effects to the environment and sustainability.

Keywords: Geoprocessing; Environmental History; Environmental Knowledge.

De acordo com Leff (2001) o saber ambiental se desenvolve por meio da ampliação do olhar do investigador para a dimensão interdisciplinar do seu objeto de pesquisa. Muito mais do que o enfoque em um determinado campo, ou um objeto recortado pela construção metodológica, o saber ambiental necessita de diálogos. Diálogos que se ampliam para além das fronteiras disciplinares, na medida em que o próprio ambiente-objeto só se torna possível quando ampliado o seu escopo.

O aumento da interferência humana no meio ambiente tem proporcionado um alerta global que busca entender e inter-relacionar os mecanismos das mudanças ambientais com os fatores antrópicos, visando estabelecer procedimentos e mecanismos para um desenvolvimento sustentável. As crescentes mudanças antrópicas nos sistemas terrestres apresentam consequências no clima (BALA et al., 2007; BETTS et al., 2007; FEDDEMA et al., 2005; GIBBARD et al., 2005), biodiversidade (FALCUCCI et al., 2007; HAINES-YOUNG 2009; REIDSMA et al., 2006; STOATE et al., 2009), qualidade dos mananciais hídricos (AHEARN et al., 2005; LI et al., 2008; WILCOCK et al., 2006), processos erosivos (BAKKER et al., 2005; SZILASSI et al., 2006), socioeconomia (IRWIN & GEOGHEGAN, 2001, LAMBIN & MEYFROIDT, 2011), entre outros. Desta forma, as conexões causais entre as decisões produtivas de uma sociedade e a sua paisagem física são primordiais para o estabelecimento de diretrizes e metas para o desenvolvimento humano (SILVA et al. 2013). Compreender a dinâmica dessas mudanças exige a reconstrução da história ambiental como um sistema único e integrado, evidenciando heterogeneidades e particularidades dos atributos da cobertura do solo (condições biológicas) e uso da terra (condições antrópicas). A competição dos múltiplos usos dos recursos naturais acarreta em trajetórias históricas distintas das paisagens com preponderâncias periódicas de um determinado uso em detrimento de outras atividades. Esta complexidade da história ambiental e a diversidade espacial das paisagens enriquecem este campo da ciência que integram uma diversidade de dados, métodos, perspectivas e teorias.

Neste propósito, estudos de análise espacial com o emprego de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica favorecem a compreensão da dinâmica da paisagem. Estas

ferramentas auxiliam nos seguintes propósitos: (a) descrever e monitorar os padrões da cobertura da terra, (b) evidenciar as mudanças presentes no sistema sociedade-natureza, e (c) estabelecer modelos para prever eventos e definir estratégias de uso sustentável. Diferentes escalas espaço-temporais e abordagens metodológicas são adotadas para a descrição dos subsistemas naturais e antrópicos.

É nesse sentido que esse artigo se propõe. Nossa intenção não é discutir ou apresentar o campo da história ambiental na atualidade, nem os seus objetos, mas relacionar esse campo com as áreas da geotecnologia. Dessa forma propomos um breve levantamento teórico sobre os conceitos de geoprocessamento, história ambiental e saber ambiental, fazendo, então, um estudo sobre a utilização do geoprocessamento como ferramenta colaborativa ao desenvolvimento da história ambiental. O mesmo, está dividido em três partes, na primeira, é feito o levantamento teórico dos conceitos de história e sustentabilidade ambiental; em seguida, são apresentados os princípios básicos sobre geoprocessamento e como é feito o processamento digital de imagens no que diz respeito à análise temporal e detecção de mudanças; na terceira parte do artigo, é feita uma análise da possibilidade de aplicação do Geoprocessamento como ferramenta auxiliar ao levantamento histórico ambiental, e como a utilização destes em conjunto colabora para a implementação da sustentabilidade ambiental.

História e Sustentabilidade Ambiental

No passado, as mudanças dos ecossistemas foram modeladas principalmente devido aos fatores climáticos e geológicos, atualmente, as ações humanas têm superado estes em grande parte da superfície terrestre (ELLIS & RAMANKUTTY, 2008). Cada vez mais, a maior parte das áreas naturais está sendo incorporada dentro de mosaicos antrópicos de uso intensivo (ELLIS et al., 2010). Desta forma, o levantamento histórico das interações homem-natureza torna-se fundamental para guiar as investigações dos ecossistemas e suas mudanças em escalas globais e regionais.

A história ambiental surgiu na tentativa de integrar, ou pelo menos promover um diálogo entre o campo da história natural e da história social, na pretensão de identificar o papel e o lugar da natureza na vida humana (WORSTER, 1991). De acordo com Pádua (2010, p. 82) a preocupação intelectual com problemas ambientais esteve presente na Europa desde o final do século XVIII e ocupou um lugar importante no processo de construção do pensamento moderno. No entanto, o autor verifica que, nas últimas décadas, vem sendo difundida para uma fatia maior da sociedade, estimulando, novas pesquisas e a ampliação de seu escopo. Segundo ele, o avanço da globalização influenciou “o crescimento qualitativo e quantitativo da produção científico-tecnológica e da

velocidade dos meios de comunicação” (PÁDUA, 2010, p. 82), tornando a discussão ambiental tanto criadora quanto criatura da globalização.

A questão ambiental colocada na modernidade implanta uma ideia de que a relação com o meio ambiente é um ponto crucial para a vida humana, não estando relacionada somente com as consequências da transformação urbano-industrial, mas também com uma série de processos históricos a ela relacionados (PÁDUA, 2010, p. 82-83). Pádua (2010, p. 83) coloca que a necessidade de se construir um saber geográfico a nível mundial é fundamental para o entendimento da urgência da preocupação com os riscos da ação humana, visto que as observações empíricas das consequências da ação humana devastadora começaram a denunciar o desmatamento, erosão dos solos, sedimentação dos rios, etc.

Para Drummond (1991, p. 177-178), a história ambiental pode ser considerada levando-se em consideração o fator tempo, que se incorpora ao inconsciente social, se tornando um pressuposto. Segundo o autor, o tempo é um instrumento básico de trabalho do historiador e para este, “o tempo é um crucial fio condutor das mudanças e continuidades que lhe propiciam os seus objetos de estudo [...]” (DRUMMOND, 1991, p. 178). O autor ainda aponta cinco características metodológicas para o estudo da história ambiental (DRUMMOND, 1991, p. 181-185), a saber: a) na primeira delas indica que grande parte das análises feitas por historiadores ambientais focalizam uma região com alguma homogeneidade ou identidade natural, dando-se um recorte cultural político à região estudada não abandonando, porém, as características físicas e ecológicas desta; b) a segunda característica aponta que a história ambiental dialoga com a maioria das ciências naturais, aplicadas ou não, desde que sejam pertinentes ao entendimento dos quadros físicos e ecológicos das regiões de estudo; c) outra característica da história ambiental é o fato de que a mesma explora as interações entre o quadro de recursos naturais e os diferentes estilos civilizatórios das sociedades humanas; as ciências sociais contribuem na identificação da gama de recursos naturais disponíveis no território de uma sociedade, já a história ambiental, auxilia na descoberta do uso que essa sociedade faz dos recursos disponíveis; d) a quarta característica da história ambiental, é a quantidade, e diversidade, de fontes podem ser pertinentes ao estudo da interação entre o ambiente e a sociedade nele inserida; e) e a última característica, é o trabalho de campo, onde os historiadores vão *in loco*, e utilizam de observações pessoais a fim de enriquecer o trabalho (DRUMMOND, 1991)

A reconstituição histórica das paisagens deve ser realizada em uma perspectiva de compreender os processos e as fontes que deflagraram as mudanças presentes, considerando os atributos naturais, políticos, culturais e econômicos (Silva et al. 2012). A integração das

informações espaciais históricas na compreensão dos processos de mudanças sociais e ambientais permite elucidar a relação do homem e a paisagem.

Segundo Foley et al. (2005), o uso da terra consiste em um dilema, em que por um lado as práticas de uso são absolutamente essenciais para a humanidade fornecendo recursos naturais essenciais para a sobrevivência (alimentos, fibras, abrigo e água doce), enquanto que por outro lado, algumas formas de uso da Terra estão degradando os ecossistemas e serviços dos quais dependemos. O desafio consiste em reduzir os impactos ambientais negativos da utilização da terra, mantendo os benefícios econômicos e sociais e uma sustentabilidade ambiental. A sustentabilidade pode ser atingida quando a retirada dos recursos naturais garante sua capacidade de reposição e simultaneamente, os resíduos, provenientes do processo produtivo, não são maiores que a capacidade de assimilação do ecossistema (SHRIVASTAVA, 1995). O desenvolvimento sustentável é aquele que supre as necessidades atuais de forma a não comprometer as possibilidades das futuras gerações atenderem suas necessidades (CMMAD, 1991).

Uma das cinco dimensões sustentáveis, necessárias para planejar o desenvolvimento é a sustentabilidade ecológica, que necessita de incentivos, como a utilização de recursos potenciais com mínimo dano ao sistema; limitação de consumo de recursos esgotáveis (como os combustíveis fósseis, por exemplo) ou prejudiciais ao meio ambiente; redução da poluição; limitação do consumo de materiais pelos países mais ricos; aumento de pesquisas sobre tecnologias limpas; definição de regras para proteção ambiental entre outras (PIRES, 1998).

Os temas atuais que envolvem as questões ambientais vão além das discussões do tempo presente e dos efeitos perturbadores ao ambiente. Estão relacionados, num escopo histórico que envolve passado, presente e futuro. Dentre esses temas o que mais tem sido utilizado como parte da nova epistemologia ambiental tem sido o tema da sustentabilidade. Nesse sentido, compreender esse fenômeno requer não apenas novas ferramentas de investigação, como também novos embasamentos teóricos. É assim que visualizamos a interação entre os estudos de geoprocessamento como os pressupostos teórico-metodológicos da história ambiental.

Geoprocessamento: Análise Temporal, Detecção e Mudanças e Classificação de Imagens

Os recursos naturais e o meio ambiente terrestre estão sempre sofrendo mudanças, hora pela evolução natural, hora pelas atividades humanas sobre eles. De acordo com Sausen (2012) o complexo inter-relacionamento dos fenômenos causadores dessas mudanças deve ser compreendido através da observação de “uma grande gama de escalas temporais e espaciais” (SAUSEN, 2012).

Ela ainda afirma que a maneira mais efetiva e econômica de coletar os dados necessários para monitorar tais fenômenos é a observação da terra pelos satélites.

Dados de Sensores remotos, segundo Turner (2003) são àqueles obtidos através da coleta de dados de reflectância de ondas de energia visíveis e não visíveis por um sensor. Os satélites para sensoriamento remoto, lançados em órbita a partir dos anos 1970 (SAUSEN, 2012), proveem imagens digitais da superfície terrestre. Segundo Gonzales e Woods (2010) “uma imagem digital pode ser considerada como sendo uma matriz cujos índices de linhas e de colunas identificam um ponto na imagem, e o correspondente valor do elemento da matriz identifica o nível de cinza naquele ponto.”. Eles afirmam ainda que métodos de processamento de imagens digitais são aplicados principalmente em duas áreas, a “melhora das informações visuais para a interpretação humana” e o processamento de dados de imagens visando a percepção automática através de máquinas.

O processamento de imagens pode ser dividido em 03 (três) etapas, conforme apresentam Gonzalez e Woods (2010):

Pré-processamento, ou processamento de nível baixo: trata da melhoria da imagem, tornando-a mais adequada para o processamento das informações que se pretende obter.

Processamento, ou processamento de nível médio (Segmentação, Representação e Descrição): Segmentar uma imagem é dividi-la em partes, ou objetos que a constituem. A partir deste processo são gerados dados em forma de pixels que podem representar tanto o contorno da imagem quanto os componentes internos deste contorno, em certos casos, podem representar ambos. Uma vez definida essa representação, busca-se descrever quais dados estão sendo representados, quantificando informações básicas, de forma a discriminar classes de objetos que formam a imagem.

Reconhecimento e Interpretação, ou processamento de nível alto: reconhecimento é o processo de rotulação dos objetos a partir das informações fornecidas por seu descritor e a Interpretação, trata de atribuir significado a um conjunto de objetos reconhecido.

No caso do sensoriamento remoto da superfície terrestre, a aquisição das imagens é feita através de satélites, por empresas privadas (como por exemplo, NASA ou Google) ou governamentais (como o INPE). Durante a aquisição de uma imagem digital através do sensoriamento remoto da superfície terrestre, ela está sujeita a diversas condições distintas de atmosfera e iluminação (TEIXEIRA, 2008). O processo de correção de uma imagem é feito de

forma computadorizada, por programas como o ENVI (*Environment for Visualizing Images*), o ERDAS IMAGINE e o ABILIO.

Sensoriamento Remoto é uma tecnologia pela qual é possível a aquisição de imagens da superfície terrestre pela captação da energia refletida, ou emitida, por seus objetos. A energia solar incide sobre a superfície da terra e é captada por sensores eletrônicos acoplados em satélites artificiais, onde é convertida em sinais elétricos, que são registrados e transmitidos para estações de recepção na terra, onde são transformados em dados na forma de Gráficos, Tabelas ou imagens (FLORENZANO, 2011). Segundo Florenzano (2011) existem sensores que captam energia referente à diferentes regiões do espectro eletromagnético, e alguns deles podem captar até mesmo dados de mais de uma região, estes são chamados sensores multiespectrais.

O olho humano, que é um sensor natural, enxerga apenas ondas refletidas na faixa do visível, porém, os sensores artificiais permitem a captação de ondas além dessa faixa, que são invisíveis aos olhos humanos (FLORENZANO, 2002, p. 13). Florenzano (2002, p. 14) explica que os satélites obtêm imagens em diferentes faixas espectrais, denominadas canais ou bandas, cada faixa espectral capta a um dado comprimento de onda. A autora ainda afirma que cada satélite capta imagens com uma resolução própria, a partir da resolução da imagem, é possível verificar o tamanho do quadrante que cada pixel da imagem representa. (FLORENZANO, 2002, p. 14-16).

Nas fases iniciais da Detecção de Mudanças entre imagens, é necessário interpretar cada imagem, identificando a classe existente em cada pixel da imagem. Segundo Florenzano (2002), “interpretar fotografias ou imagens é identificar objetos nelas representados e dar um significado a esses objetos. [...] Quanto maior a resolução, e mais adequada a escala, mais direta e fácil é a identificação dos objetos em uma imagem.” (FLORENZANO, 2002, p. 41). Meneses e Sano (2012, p. 191) apresentam que as técnicas de classificação digital de imagens surgiram para agilizar o processo de classificação das imagens, eliminando, também, a subjetividade do observador humano.

Ainda segundo Meneses e Sano (2012, p. 191), após a fase de classificação, o resultado é um mapa de pixels classificados, estes mapas representam os padrões homogêneos de classes através da forma de polígonos. Existem diversos métodos de classificação de imagem, e estes são divididos segundo diferentes critérios: classificação paramétrica e não-paramétrica, classificação espectral e espacial e classificação supervisionada e não-supervisionada. Eles afirmam que a maior parte dos classificadores executa a classificação por pixel e se utiliza da informação espectral de cada pixel para determinar as classes existentes na imagem, e que a forma mais comum de classificação é por métodos supervisionados e não-supervisionados (MENESES; SANO, 2012, p. 191).

A análise e detecção de mudanças em uma imagem nada mais é, do que identificar classes em imagens de um mesmo objeto, obtidas em tempos distintos, e verificar se as classes encontradas são iguais ou diferentes. Para tanto, utiliza-se métodos de comparação entre as imagens, estes métodos fazem a comparação pixel a pixel, e permitem quantificar as alterações encontradas em cada pixel. No caso do sensoriamento remoto de imagens de satélites, a análise dessas alterações permite verificar mudanças no uso do solo no espaço estudado ao longo do tempo (CARVALHO *et al.*, 2002, p. 141). De acordo com Macleod & Congalton (1998), existem quatro importantes aspectos que devem ser levados em consideração ao se monitorar o meio ambiente, a detecção de mudanças, a origem da alteração detectada, a intensidade e extensão dessa alteração e o modo espacial dessa mudança.

O tempo é contínuo por natureza, porém, para ser representado computacionalmente, é necessário que seja feita uma abordagem discreta onde a variação temporal pode ser representada por uma linha de tempo especificada de acordo com a frequência desejada (DIAS; CÂMARA; DAVIS JR., 2005). É importante ressaltar, que as imagens a serem comparadas devem ser obtidas pelo mesmo sensor remoto, no mesmo ponto geográfico, porém, em tempos diferentes. Tendo-se em vista esse pressuposto, faz-se necessária uma seleção prévia das imagens a serem trabalhadas, neste momento, define-se a região que será analisada, qual sensor remoto será mais apropriado e o intervalo de tempo em que as imagens serão coletadas, definindo essas premissas, as imagens podem ser reunidas (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2011, p. 2476).

As mudanças em imagens de satélites podem ser verificadas com base no comportamento espectral dos alvos captados pelos sensores, em se considerando um satélite, que possui diversas bandas cada qual responsável por captar uma faixa de onda, é possível obter a assinatura espectral daquele alvo através da observação da reflectância do alvo naquela faixa do espectro. É interessante perceber que cada pixel de uma imagem possui uma assinatura espectral particular, é possível encontrar pixels com assinaturas semelhantes ou extremamente distintas. Ao se efetuar a análise das imagens em n -tempos a fim de detectar mudanças, faz-se a comparação das assinaturas espectrais de pixels de mesma posição em imagens de tempos distintos, buscando verificar se houveram ou não alterações nas assinaturas.

Através destas análises é possível gerar uma linha de tempo comparativa entre as imagens, apresentando as alterações que a área estudada sofreu no decorrer do tempo, visto que as mudanças nas respostas espectrais ao longo do tempo indicam que ocorreu alteração no uso do solo. A partir do momento que as diferenças são detectadas, é possível mensurar, quantitativamente, as mudanças encontradas entre as imagens n -temporais.

Geoprocessamento como Ferramenta de Levantamento Histórico Ambiental em prol da Sustentabilidade

De acordo com Turner (2003) dados de sensoriamento remoto por si só fornecem poucas informações com relação às causas das mudanças do uso do solo, eles apenas auxiliam na identificação de zonas de cultivo ou desmatadas. Ao tentar entender melhor as mudanças antropogênicas, é importante um cruzamento com as características sociais e ambientais do espaço estudado. Com base nas cinco características apresentadas por Drummond (1991, p.181-185), é possível configurar o papel do geoprocessamento como auxiliador à história ambiental.

A primeira fase do Geoprocessamento é o pré-processamento, onde a região de estudo é selecionada, o satélite que provirá as imagens é escolhido e o período de tempo que será analisado é determinado. Esta fase acaba por se confundir à primeira característica levantada por Drummond, porém, os historiadores, além de escolherem a região a ser estudada, também se preocupam por fazer um levantamento histórico cultural, a fim de esclarecer quais mudanças a sociedade sofreu durante o período de estudo. Com isso, é possível criar uma correlação das mudanças ambientais, levantadas facilmente através de técnicas de geoprocessamento com os fatos históricos pelos quais a sociedade foi submetida no período, com isso, então, trazendo significado para qualquer mudança percebida no meio ambiente.

A segunda característica da história ambiental apontada por Drummond, leva a um gancho na utilização de técnicas que facilitem o levantamento histórico. Levando em consideração que o geoprocessamento está diretamente relacionado à averiguação dos quadros físicos e ecológicos da região de estudo. Ao se efetuar o levantamento espectral de alvos conhecidos a fim de compará-lo aos pixels da imagem estudada, todas as características do alvo, assim como características climáticas são levadas em consideração, visto que cada alvo responde de uma maneira única ao conjunto de faixas do espectro que um satélite pode captar, tornando essa assinatura, como sendo uma marca única de uma certa cultura.

Ao confrontar o geoprocessamento com a terceira característica da história ambiental, pode-se notar que este auxilia no levantamento do quadro dos recursos naturais presentes na região de estudo durante o tempo determinado, que juntamente com as características levantadas através da história social desta região, pode gerar pressupostos para que danos causados na região sejam evitados em outros locais. Além de possibilitar um olhar amplo, no decorrer do tempo, do uso que a sociedade instalada na região de estudo fez desta.

Levando em consideração a quarta característica, verifica-se que, o geoprocessamento, ou processamento digital de imagens de satélite, pode ser, sem dúvidas, considerado uma ferramenta

de estudo do meio ambiente global, auxiliando na tomada de decisões futuras para preservação do meio ambiente. Além do mais, com o avanço da tecnologia, esta é uma das formas mais sensatas de inserir esta no estudo da história ambiental, tornando o processo de levantamento de dados ambientais, algo mais simples, rápido e seguro.

Para tornar o processamento digital de imagens de satélite algo seguro, é necessário abrir mão da quinta característica da história ambiental apontada por Drummond, a visita in loco deve ser efetuado a fim de identificar possíveis alvos ainda não conhecidos. Neste caso, o historiador, ou pesquisador, vai à campo coletar informações espectrais sobre um determinado alvo, que, então, poderá ser utilizada para identificar a possível presença deste alvo em uma dada imagem.

Ao encaixar o geoprocessamento como ferramenta de auxílio na história ambiental, é necessário esclarecer o real propósito de unir estas duas técnicas. Com o avanço crescente da devastação ambiental, a sustentabilidade tornou-se não mais algo utópico, mas uma medida que precisa ser tomada o quanto antes a fim de preservar o meio ambiente que ainda restou da ação do homem. Então, a necessidade de urgência na tomada de decisões em prol da sustentabilidade ambiental, clama pela aplicação de tecnologias modernas e eficazes para que o meio ambiente não sucumba diante das más decisões que a humanidade tomou e continua tomando durante anos de exploração ambiental e evolução tecnológica.

Conclusão:

A história ambiental é responsável por efetuar o levantamento das características ambientais de uma determinada região e como essas características foram alteradas no decorrer do tempo através da atuação da sociedade. A sustentabilidade ambiental surgiu a partir da verificação da degradação que o meio ambiente vem sofrendo ao longo dos anos, e da necessidade de uma intervenção para que as futuras gerações possam, ainda, desfrutar deste meio ambiente.

Com o avanço constante da tecnologia e globalização, onde a sociedade sempre coloca o fator econômico à frente da preservação ambiental, faz-se necessária a averiguação rápida dos danos causados pelas ações inconsequentes de desmatamento e poluição. Para tanto, o processamento digital de imagens de satélites, ou geoprocessamento, pode ser um poderoso aliado da história ambiental, verificando situações que vem acontecendo no decorrer do tempo, possibilitando, até, a previsão de cenários futuros, caso os padrões observados nas imagens analisadas continuem os mesmos. Apesar de ainda não ser uma ferramenta muito utilizada pelos historiadores em geral, os historiadores ambientais, que ampliaram o campo de atuação e de fontes

para o estudo histórico, podem fazer uso inteligente dessa ferramenta, sobretudo na interpretação de mudanças temporais nas paisagens.

Referências

- Ahearn DS, Sheibley RW, Dahlgren RA, Anderson M, Johnson J, Tate KW 2005. Land use and land cover influence on water quality in the last free-flowing river draining the western Sierra Nevada, California. *Journal of Hydrology*, 313(3): 234-247.
- Bala G, Caldeira K, Wickett M, Phillips TJ, Lobell DB, Delire C, Mirin A 2007. Combined climate and carbon-cycle effects of large-scale deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(16): 6550-6555.
- Betts RA, Falloon PD, Goldewijk KK, Ramankutty N 2007. Biogeophysical effects of land use on climate: Model simulations of radiative forcing and large-scale temperature change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2): 216-233.
- Carvalho Júnior AO, Guimarães RF, Gillespie AR, Silva NC, Gomes RAT 2011. A New Approach to Change Vector Analysis Using Distance and Similarity Measures. *Remote Sensin*, 3: 2473-2493.
- Carvalho APF, Carvalho Júnior AO, Guimarães RF, Martins ES, Rocha VMS, César CS 2002. Análise Multitemporal de Imagens NDVI em Ações de Reforma Agrária. *Espaço & Geografia*, 5(1): 139-152.
- CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento 1991. *Nosso futuro comum*. 2a ed. Editora da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.
- Dias TL, Câmara G, Davis Jr. CA 2005. Modelos espaço-temporais. In MA Casanova, G Câmara, CA Davis Jr., L Vinhas, GR Queiroz. (Org. e Ed.). *Bancos de Dados GeoGráficos*. Editora Mوندgeo, Curitiba, Cap. 4.
- Drummond JA 1991. A História Ambiental: Temas, Fontes e Linhas de Pesquisa. *Estudos Históricos*, Rio de Janeiro, 4(8): 177-197.
- Ellis EC, Goldewijk KK, Siebert S, Lightman D, Ramankutty N 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5): 589-606.
- Ellis EC, Ramankutty N 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(8): 439-447.
- Falcucci A, Maiorano L, Boitani L 2007. Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape ecology*, 22(4): 617-631.
- Feddema JJ, Oleson KW, Bonan GB, Mearns LO, Buja LE, Meehl GA, Washington WM 2005. The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science*, 310(5754): 1674-1678.
- Florenzano TG 2002. *Imagens de Satélites para Estudos Ambientais*. Oficina de Textos, São Paulo.
- Florenzano TG 2011. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. 3ed. Oficina de Textos, São Paulo.
- Foley JA, DeFries R, Asner GP, Barford C, Bonan G, Carpenter SR, Chapin FS, Coe MT, Daily GC, Gibbs HK, Helkowski JH, Holloway T, Howard EA, Kucharik CJ, Monfreda C, Patz JA, Prentice IC, Ramankutty N, Snyder PK 2005. Global consequences of land use. *science*, 309(5734): 570-574.
- Gibbard S, Caldeira K, Bala G, Phillips TJ, Wickett M 2005. Climate effects of global land cover change. *Geophysical Research Letters*, 32(23).

- Gonzales RC, Woods RE 2010. *Processamento Digital de Imagens*. trad. C Yamagami, L Piamonte. 3ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo.
- Haines-Young R 2009. Land use and biodiversity relationships. *Land Use Policy*, 26: S178-S186.
- Irwin EG, Geoghegan J 2001. Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1): 7-24.
- Lambin EF, Meyfroidt P 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(9): 3465-3472.
- Leff, E 2001. *Saber Ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Tradução LME Orth. Editora Vozes. 343 pp.
- Li S, Gu S, Liu W, Han H, Zhang Q 2008. Water quality in relation to land use and land cover in the upper Han River Basin, China. *Catena*, 75(2): 216-222.
- Macleod DR, Congalton RG 1998. A quantitative comparison of change detection algorithms for monitoring eelgrass from remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 64(3): 207-216.
- Meneses PR, Sano EE 2012. Classificação Pixel a Pixel de Imagens. In PR Meneses, R Paulo, T Almeida (Orgs.), *Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto*. UnB/CNPq, Brasília. cap. 12.
- Pádua JA 2010. As Bases Teóricas da História Ambiental. *Estudos Avançados*, 24: 81-101.
- Pires MO 1998. A trajetória do conceito de desenvolvimento sustentável na transição paradigmática. In MLS Braga, LMG Duarte (Orgs.), *Tristes Cerrados: sociedade e biodiversidade*. Paralelo 15, Brasília.
- Reidsma P, Tekelenburg T, Van den Berg M, Alkemade R 2006. Impacts of land-use change on biodiversity: an assessment of agricultural biodiversity in the European Union. *Agriculture, ecosystems & environment*, 114(1): 86-102.
- Sausen TM. Sensoriamento Remoto e Suas Aplicações para Recursos Naturais. [cited 2012 feb 18]. Available from: <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm#tania>
- Shrivastava P 1995. Industrial/environmental crises and corporate social responsibility. *The Journal of Socio-Economics*, 24(1): 211-227.
- Silva NC, Carvalho Junior AO, Guimarães RF, Silva DE 2012. Geotecnologia e proteção ambiental: a detecção de mudanças para análises temporais do uso do solo a serviço dos historiadores ambientais. In JLA Franco, SD Silva, JA Drummond, GG Tavares (Orgs.), *História Ambiental: fronteiras, recursos naturais e conservação da natureza*. Garamond, Rio de Janeiro, p. 79-96.
- Stoate C, Báldi A, Beja P, Boatman ND, Herzon I, Van Doorn A, Snoo GR, Rakosy L, Ramwell C 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe—a review. *Journal of environmental management*, 91(1): 22-46.
- Szilassi P, Jordan G, Van Rompaey A, Csillag G 2006. Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. *Catena*, 68(2): 96-108.
- Teixeira FR 2008. *Detecção de mudanças na paisagem em área de Floresta Tropical Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto e Imagens LANDSAT TM*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 53 pp.

Turner MD 2003. Methodological Reflections on the Use of Remote Sensing and Geographic Information Science in Human Ecological Research. *Human Ecology*, 31(2).

Wilcock RJ, Monaghan RM, Quinn JM, Campbell AM, Thorrold BS, Duncan MJ, Betteridge K 2006. Land-use impacts and water quality targets in the intensive dairying catchment of the Toenepi Stream, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 40(1): 123-140.

Worster D 1991. Para Fazer História Ambiental. JA Drummond (Trad.). *Estudos Históricos*, 4(8): 198-215.