



ESTUDO DA DINÂMICA DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE LINHARES (ES)

Marta Leite Oliver-Batalha ¹
Cláudia Câmara do Vale ²

RESUMO

Trata o presente artigo sobre o estudo da dinâmica da paisagem que compõe o município de Linhares (ES), nos anos de 1985 e 2013/2014, que foi realizado por meio de processamento digital de imagens de satélites LANDSAT 5 e 8, a classificação de uso e ocupação da terra da área em estudo. Além disso, usaram-se as imagens do satélite *RapdEye* para acurácia da classificação digital das imagens. A partir dos resultados levantados de uso e ocupação, foram definidas as matrizes da paisagem para 1985 e 2013/2014, bem como avaliadas as manchas que compõem a matriz para ambos os recortes temporais. Foram aplicadas as métricas da paisagem com a utilização da ferramenta de estatística Fragstats, o que possibilitou o cálculo dos Índices de Paisagem, a fim de avaliar a evolução qualitativa e quantitativa da paisagem do município de Linhares.

Palavras-chave: Biogeografia, Ecologia da Paisagem, Biodiversidade.

STUDY OF THE LANDSCAPE DYNAMICS IN THE MUNICIPALITY OF LINHARES (ES)

ABSTRACT

This article deals with the study of the dynamics of the landscape that makes up the municipality of Linhares (ES), in the years 1985 and 2013/2014, which was performed by means of digital processing of images from LANDSAT 5 and 8 satellites, the classification of land use and occupation of the area under study. Furthermore, the RapdEye satellite images were used for the accuracy of the digital classification of the images. From the results of the land use and land cover, the landscape matrices for 1985 and 2013/2014 were defined, as well as the patches that make up the matrix for both time periods. The landscape metrics were applied with the use of the statistical tool Fragstats, which enabled the calculation of Landscape Indices in order to assess the qualitative and quantitative evolution of the landscape of the city of Linhares.

Keywords: Biogeography, Landscape Ecology, Biodiversity.

INTRODUÇÃO

O município de Linhares teve, no período de 1950 a 1970, um incremento econômico que propiciou a exploração de madeira nativa e a expansão das atividades agrícolas, contribuindo para a substituição de florestas por pastagens e, posteriormente, pela agricultura. Em 1950, 30% do território era ocupado por diversos tipos de usos, sendo o restante coberto por florestas naturais primárias (BORGO et al., 1996).

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo – ES, bolsista da FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo, marta.oliverbatalha@gmail.com ;

² Professora Doutora Programa de Pós Graduação de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo - ES, camaravale@gmail.com.



Na mesorregião Litoral Norte Espírito-Santense existem fisionomias muito ameaçadas devido ao isolamento em pequenas frações e à pressão das atividades antrópicas, como é o caso da floresta dos tabuleiros, que ao longo do tempo passa por um processo de desmatamento motivado principalmente pela implantação e expansão de atividades de fruticultura, silvicultura e pecuária. Dentre os 13 municípios integrantes dessa mesorregião, o município de Linhares concentra 236.544 ha (38,7% do total de pastagens da mesorregião).

O rio Doce era um obstáculo geográfico natural, isolando o norte do estado, todavia a construção da ponte Florentino Avidos sobre o rio no ano de 1928, possibilitou a expansão do território capixaba, favorecendo a derrubada das matas ao norte.

Nos últimos anos, Linhares tem alcançado dinamismo na ampliação de indústrias, especialmente de agroindústria, e na implantação de novos empreendimentos a partir da descoberta e exploração de jazidas de gás natural em seu território e municípios circunvizinhos. A perspectiva de crescimento vem trazendo novos desafios para o município. Entretanto, o que se chama desenvolvimento, nos atuais modelos socioeconômicos, traz consigo uma grande preocupação no que se refere à manutenção dos recursos naturais para as gerações futuras, pois, da forma como vêm sendo obtidos, pode-se ter uma grande perda e alteração da paisagem a médio prazo.

A paisagem é uma unidade heterogênea, composta por unidades naturais e antrópicas (FORMAN; GODRON, 1986). As estruturas da paisagem podem ser definidas pela sua área, sua forma e sua disposição espacial (TURNER, 1989). Compreender os padrões, as causas e as consequências dessa heterogeneidade espacial do funcionamento dos sistemas é uma investigação da Ecologia da Paisagem em conjunto com a Ecologia (TURNER *et al.*, 2001).

A fragmentação florestal pode ser entendida como o grau de ruptura de uma unidade da paisagem que inicialmente era contínua, transformando-se em unidades menores, resultantes de processos naturais ou distúrbios antrópicos (FORMAN; GODRON, 1986; METZGER, 2003).

A pesquisa biogeográfica com ênfase na Ecologia da Paisagem visa compreender as alterações que ocorreram na paisagem bem como discutir formas de uso e de ocupação menos impactantes para uma determinada área.

A abordagem conceitual da Ecologia da Paisagem, em um viés biogeográfico, aliada às técnicas de geoprocessamento, possibilita a abstração de dados quantitativos e qualitativos utilizados na caracterização da estrutura de paisagem.

Como objetivo geral, esta pesquisa analisou a dinâmica da paisagem por meio do uso das métricas com a interpretação das estruturas, das funções e das mudanças da paisagem, bem como a quantificação dos padrões da paisagem, com base em Forman (1995) e Forman; Godron



(1986). Buscou-se, por meio da análise de suas estruturas espaciais, interpretar e caracterizar as distintas paisagens em suas dimensões temporais e espaciais, para compreender os processos que resultaram nas atuais estruturas.

METODOLOGIA

Quanto aos procedimentos metodológicos os mesmos estão descritos abaixo.

- Seleção dos Satélites e das Imagens

Por meio das técnicas de sensoriamento remoto, foram realizados dois mapeamentos a partir das imagens de satélite, sendo o mais antigo o de 1985 e o mais recente composto por um mosaico de imagens de satélite dos anos de 2013/2014. Os recortes temporais foram escolhidos visando comparar a dinâmica da paisagem em intervalos temporais longínquos, pois resultados significantes em Ecologia da Paisagem podem ser mais bem observados a partir de diferentes recortes ao longo do tempo.

A ferramenta de sensoriamento remoto possibilita conhecer formas geográficas do relevo da Terra, identificando características métricas como área, perímetro, localização e tipologia de uso e de ocupação.

Os dados coletados são transformados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como uma ferramenta indispensável que possibilita a realização de estudos consistentes para planejar e ordenar a paisagem e suas constantes modificações espaço temporais.

Para realizar o mapeamento do uso e ocupação da terra foi utilizada a técnica de sensoriamento remoto com o uso de imagens de satélites orbitais. Foi realizado o processamento digital das imagens através do software Spring 5.2.6, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, o software ArcGis 10.1 (desenvolvido pelo Instituto ESRI), para tratamento dos dados gerados, elaboração dos mapas temáticos e, por fim, o uso do software Fragstats, para a geração das métricas da paisagem.

- Métricas de Paisagem

A métrica tem como papel principal medir a formação das manchas da paisagem, considerando as diversidades, abundâncias das manchas, a sua configuração espacial, tal como o caráter espacial, arranjo e posição dos elementos da paisagem.

Ademais, as métricas da paisagem, caracterizam os elementos singulares da paisagem, como por exemplo as manchas (patch) individuais, também chamadas por alguns autores como remendos nos elementos de mesmo tipo como por exemplo os tipos de manchas (patches). Dessa forma, as métricas servem para caracterizar uma diversidade de padrões espaciais, as quais têm grande influência nos processos ecológicos.



As métricas da paisagem muitas vezes mensuram vários aspectos relacionados ao padrão da paisagem e a maioria das métricas de paisagem é correlacionada entre si, porque há apenas alguns dados primários de medições que podem ser feitos a partir de amostras (tipo de mancha, área, borda, e tipo de vizinho), e a maioria das métricas são então derivadas a partir destas medidas primárias.

Naveh (2001), designa SIG e Sensoriamento Remoto como “as mais importantes ferramentas holísticas para a análise, planejamento e gestão da paisagem”.

Com o advento do sensoriamento remoto foi possível conhecer formas geográficas do relevo da Terra, identificando características métricas, como área, perímetro, localização e tipologia de uso e de ocupação. Os dados coletados são transformados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como uma ferramenta indispensável que possibilita a realização de estudos consistentes para planejar e ordenar a paisagem e suas constantes modificações espaciotemporais.

O advento do SIG revolucionou a Ecologia da Paisagem, trazendo uma básica análise espacial aplicada. As ferramentas existem agora para reunir, armazenar, manipular, analisar e apresentar grandes conjuntos de dados espacialmente.

REFERENCIAL TEÓRICO

O termo Ecologia de Paisagem foi cunhado em 1939 pelo biogeógrafo alemão Carl Troll, que teve como iniciativa convocar os geógrafos e ecologistas a trabalharem juntos de forma a gerar uma nova ciência, com objetivo de unificar os princípios da vida e da Terra. Para Troll (1939), o estudo da paisagem seria uma forma de integrar, com uma entidade espacial e visual, a geosfera, um sistema total na superfície da Terra ou paisagem global. Dentro da geosfera, diversas seriam as subesferas ou atributos da terra, sendo elas a biosfera (plantas e vida animal e suas influências) e a noosfera (humanos e sua influência cultural e espiritual, etc.), a esfera da consciência humana.

Troll afirmava que, enquanto a visão geográfica da paisagem seria mais horizontalizada e abrangeria os processos e padrões nas escalas de organização realizada pelo homem, a visão ecológica teria uma visão mais verticalizada e se preocuparia mais com a relação entre os seres vivos e seus fluxos de matéria e energia. As duas visões, juntas, para Troll, enriqueceria tanto a Geografia quanto a Ecologia, trabalhando em função do ordenamento espacial.

Durante os séculos XVIII e XIX, muitos cientistas desenvolviam a base para o que viria a ser a ciência da Ecologia (FORMAN; GODRON, 1986). Haeckel introduziu o termo ecologia



em 1866, que originalmente significa "conhecimento da casa", como uma ciência irmã da economia, que é, literalmente, "a gestão da casa".

De acordo com Venturi (2004), o século XIX marcou a transformação do conceito de paisagem, quando os naturalistas alemães lhe deram um significado científico, transformando-o em conceito geográfico (landschaft), do qual derivou paisagem natural (naturlandschaft) e paisagem cultural (Kulturlandschaft).

A partir do século XX, várias escolas de geografia passaram a desenvolver alguns novos conceitos sobre o termo Paisagem, tais como os propostos por Bertrand (1972); Sotchava (1978); Zonneveld (1989), entre outros, cada um com a visão própria, desenvolvendo suas bases fundamentais.

No Brasil os estudos da paisagem, sob o viés da Ecologia da Paisagem, foram, em grande parte, iniciados por Metzger em (1999), cuja definição de paisagem por ele defendida é de que “a paisagem é um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas. Esta heterogeneidade existe para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação” (METZGER, 2001, p.2).

Para Metzger (2001, p.5), “[...] o ponto central da Ecologia da Paisagem é o reconhecimento da existência de uma dependência espacial entre as unidades da paisagem: o funcionamento de uma unidade depende das interações que ela mantém com as unidades vizinhas”.

A Ecologia da Paisagem oferece, em primeira perspectiva, evidência teórica e empírica que permite aos cientistas e planejadores entenderem e compararem diferentes configurações espaciais dos tipos de cobertura da terra (FORMAN, 1995), e permite aos planejadores antecipar e gerir as consequências ecológicas de um plano.

Em uma segunda perspectiva fundamental, está o foco de uma ecologia humana e a sua aplicação em planejamento e gestão. Em Ecologia da Paisagem, as atividades humanas são consideradas partes dos ecossistemas.

Observa-se que Bertrand (1972) não privilegia nem a esfera natural nem a esfera humana na paisagem, antes demonstra certa facilidade de ver a paisagem de forma integrada, no entendimento de que sociedade e natureza estão relacionadas entre si formando uma só “entidade” de um mesmo espaço geográfico.

Essa observação ressalta que o homem é quem se destaca como o sujeito de ação na natureza onde, pela capacidade de transformação, ele projeta duas possíveis formas de natureza, uma anterior e outra posterior à apropriação humana, favorecendo o fluxo histórico entre ambas.



O planejamento para paisagens sustentáveis envolve a conservação dos recursos naturais, com o propósito de desempenhar funções dos padrões espaciais de uso e de cobertura da terra para tratar certos tipos de componentes ecológicos, sociais e econômicos de uma paisagem.

Em um planejamento, múltiplas atividades são abordadas ao longo de uma paisagem simulada, levando em consideração três principais recursos paisagísticos: os recursos abióticos que incluem: água, recursos minerais e solo; os recursos bióticos que incluem a flora (por ex., florestas, pradarias, cerrados) e, por último, os recursos culturais, que levam em conta os lugares onde as pessoas vivem e trabalham, as redes de comunicação, a recreação e os valores humanos mais intangíveis, como a beleza cênica e preservação da diversidade cultural humana, por exemplo, lugares sagrados, algumas paisagens culturais e edifícios e sítios históricos.

No início dos anos 1990, essas abordagens tradicionais para a gestão dos recursos naturais foram consideradas insuficientes para atingir o objetivo da sustentabilidade. No planejamento, como na ciência contemporânea, ocorreu uma mudança de paradigma para uma visão mais ampla, com o desenvolvimento humano (BOTEQUILHA LEITÃO 2001; NAVEH, 2001; AHERN, 2002). Por esse motivo, as atividades passam a ser abordadas de maneira mais integrada, levando em conta o planejamento dos recursos minerais, dos recursos hídricos, da paisagem, da recreação, dos centros urbanos, dos transportes, da gestão de bacia hidrográfica, além da gestão dos ecossistemas e do planejamento da conservação. Na última década, tem-se visto a crescente integração dos valores ecológicos na organização e na gestão dos recursos naturais e *habitat* humano.

Há algum tempo os planejadores têm aplicado técnicas quantitativas através de estatísticas de padrão espacial, incluindo métricas de paisagem, como ferramentas quantitativas de grande importância no apoio de princípios ecológicos de forma mais rigorosa. As métricas da paisagem podem ser ferramentas valiosas, que fornecem uma rica fonte de informação objetiva, quantitativa e replicável (BOTEQUILHA LEITÃO, 2001; AHERN, 2002).

Um papel importante das métricas de paisagem é fornecer indicadores para a tomada de decisão e planejamento, que reflete algumas das importantes relações de processos-padrão dentro da paisagem.

As Unidades da Estrutura da Paisagem na Ecologia da Paisagem consiste na análise funcional do conteúdo paisagístico e na resolução das múltiplas e recíprocas relações existentes entre os fragmentos da superfície terrestre.

FORMAN; GODRON (1986) definem que a evolução da paisagem é resultado de mecanismos em diferentes escalas temporais, tais como geológico-geomorfológico, ocorrendo,



durante um longo tempo, padrões de colonização de organismos desenvolvidos em uma escala média de tempo, sendo várias vezes por perturbações em ecossistemas locais.

Por meio de ordenação específica dos elementos de estrutura, originam-se padrões característicos. Para descrição desses padrões, Forman (1995); Turner *et al.* (1989), Naveh; Lieberman (1993), entre outros, utilizam-se do conceito de mosaico de manchas. Uma paisagem com elementos que representam a sua estrutura de forma específica resulta de certo padrão de mancha, denominado nas referências na língua inglesa como *patchinnes* ou *patterness*.

A análise de uma paisagem, quer seja natural ou modificada, leva em conta o reconhecimento, as diferentes escalas dos elementos e a forma como aparecem, como manchas de “retalhos” [mosaico], variando de tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e características de borda.

Os três elementos espaciais que estruturam uma paisagem são matriz, manchas e corredores. Para Forman; Godron (1986), a matriz é uma categoria principal de elementos da paisagem, junto com a mancha e/ou corredores, e exibe importantes características estruturais. A matriz é a unidade mais extensa da paisagem, a mais conectada com as manchas presentes nela e, além disso, exerce maior controle na dinâmica da paisagem, podendo originar por sua vez a paisagem futura.

Para os ecologistas da paisagem e para os geógrafos, o uso e a ocupação da terra são características principais da paisagem a ser estudada. O paradigma central é a interação contínua entre padrões formados pelas manchas do uso e ocupação da terra e os processos que definem o funcionamento da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986). Segundo Farina (1998), a estrutura de uma paisagem consiste em dois aspectos de fundamental importância: a composição da paisagem (utilizando-se de índice para medir a importância de cada tipo de mancha, quantificando a sua qualidade e a quantidade de elementos) e a configuração da paisagem (indicador da distribuição física das manchas no mosaico, para entendimento do seu isolamento, forma, dimensão distância de outras manchas, complexidade das margens).

Manchas são áreas homogêneas, numa determinada escala, de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e têm extensões espaciais reduzidas quando comparadas à matriz. As manchas em uma paisagem normalmente representam ecossistemas compostos por comunidade de plantas e animais. Todavia, algumas manchas podem não apresentar nenhum tipo de vida, como em caso de rochas, solos, pavimentos e edificações.



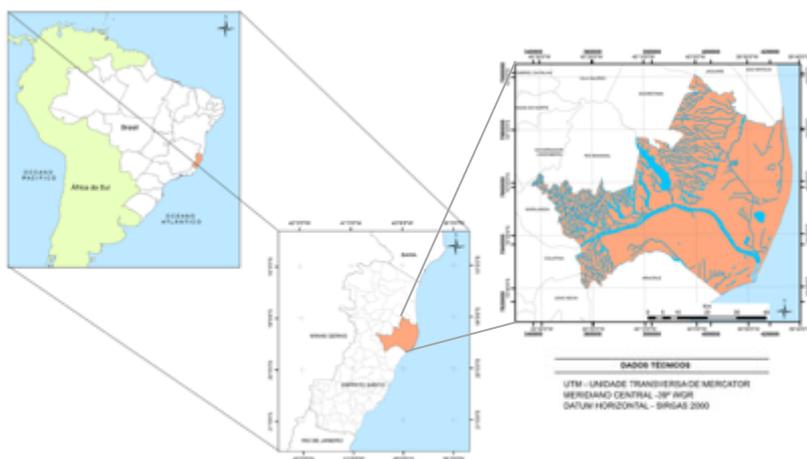
Na literatura de Forman; Godron (1986), manchas são definidas como uma superfície de área não linear, definindo a aparência do seu entorno, podendo variar extensivamente no tamanho, na forma, no tipo, na heterogeneidade e nos aspectos de bordas.

Já os corredores são áreas homogêneas (numa determinada escala) de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas, apresentam disposição espacial linear de um determinado tipo de cobertura de terra. As estruturas lineares que servem como transporte, bem como ferrovias, rodovias, vias com objetivos econômicos, visando diretamente à movimentação de pessoas e bens, através da paisagem, distribuição de energia e encanamento de gás são também consideradas como corredores. Em estudos de fragmentação, consideram-se corredor apenas os elementos lineares que ligam dois fragmentos anteriormente conectados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Linhares é um dos maiores municípios do estado do Espírito Santo em extensão territorial, bem como maior extensão litorânea, com 68 km de costa, inserido na Macrorregião Central, Mesorregião Litoral Norte e microrregião de Linhares, entre as latitudes $18^{\circ}59'41''$ e $19^{\circ}41'16''$ S e entre as longitudes $40^{\circ}0'12''$ e $39^{\circ}45'16''$ O de Greenwich (Figura 1).

Figura 1- Localização do município de Linhares



Fonte: Organizado pelos autores.

Atualmente o município de Linhares é composto de 9 distritos, dentre eles destacam-se: Bebedouro; Desengano; São Rafael; Rio Quartel; Povoação; Pontal; Regência; Bagueira e o distrito Sede.

O município apresenta três regiões distintas de acordo com seu relevo. A maior parte do relevo é de topografia plana, que é formado por uma planície costeira, a qual corresponde às acumulações marinhas e flúviomarinhas, compostas de feições morfológicas características da faixa litorânea.



Linhares dispõe de 69 lagoas, sendo a Juparanã a maior delas, e abrange a região do baixo rio Doce. Há também a região serrana, situada sobre rochas pré-cambrianas, a oeste de Linhares, com a presença de agricultura familiar.

Dentre os tipos de áreas verdes presentes no município de Linhares estão as Unidades de Conservação Floresta Nacional de Goytacazes, a Reserva Natural da Vale, a Unidade Municipal de Conservação de Degredo e a Reserva Biológica de Comboios. Essas Unidades de Conservação fazem parte do Corredor Sooretama, Comboios e Goytacazes, pertencente ao Projeto Corredores Ecológicos¹, que foram implantados pelo Governo Estadual através do Decreto 2529-R, como áreas prioritárias para ações de conservação. Este projeto estava associado ao Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil.

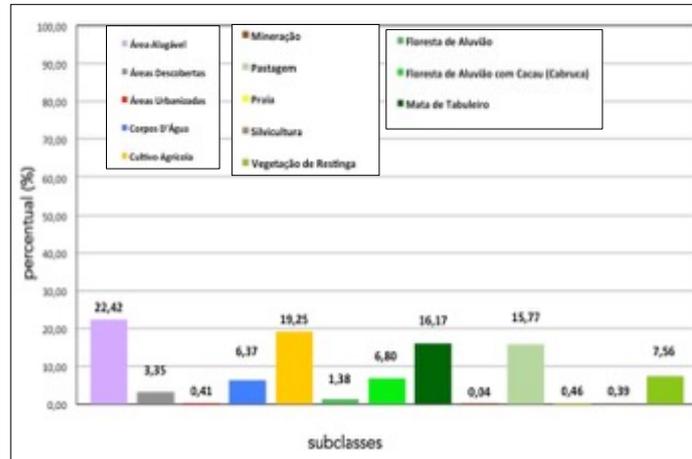
Para alcançar o resultado de qual seria a matriz da paisagem, foi fundamental analisar a área nos seus dois recortes temporais, por meio do levantamento do uso e cobertura da terra do município de Linhares, tanto para 1985 como para 2013/2014. Diante das características encontradas para a análise das tipologias de uso, optou-se por utilizar a Classe Nível I fornecida pelo IBGE (2013) para definir a matriz da paisagem. Uma vez que nenhum elemento isolado da paisagem se apresentou com mais de 50% de área do recorte, a opção pela Classe Nível I de uso e cobertura da terra pareceu ser a ideal.

No processamento foram interpretados 13 tipos de uso e cobertura da terra considerados como Subclasses do Nível II, segundo metodologia definida pelo IBGE (2013). Tais subclasses são: Floresta de Aluvião, Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca), Floresta de Tabuleiro, Vegetação de Restinga, Pastagem, Cultivos Agrícolas, Silvicultura, Áreas Urbanizadas, Mineração, Áreas Alagáveis, Áreas Descobertas, Praias e Corpos D'água, as quais foram agrupadas em Classes de Uso. Estas foram agrupadas em 5 Classes de Uso no Nível I (classes), indicando as principais categorias da cobertura. Essas coberturas foram definidas como: Área de Vegetação Natural, Áreas Antrópicas não Agrícolas, Área Antrópicas Agrícolas, Corpos D'águas e Outras Áreas.

A partir da espacialização das subclasses (Nível II), nos dois recortes espaciotemporais estudados, foi possível identificar as Matrizes da paisagem do município de Linhares (ES), representada na Figura 4. Ambos os recortes foram classificados como Matriz de Áreas Antrópicas Agrícolas, representando 57,84% em 1985 e 58,95% em 2013/14 (Figuras 2 e 3).

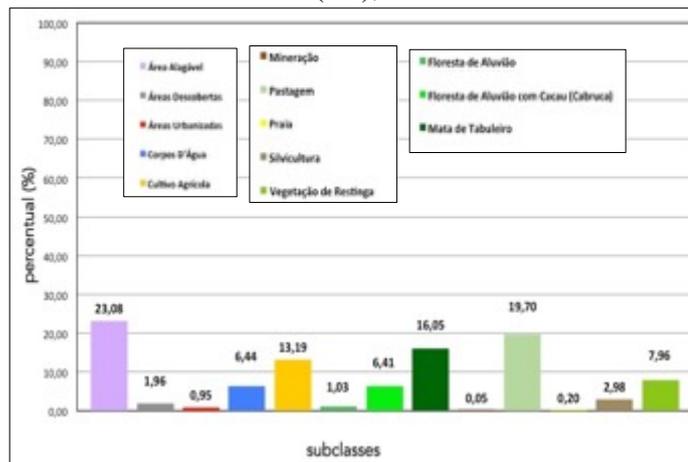
¹Projeto Corredores Ecológicos foi um projeto do Ministério do Meio Ambiente, componente do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras da Mata Atlântica e da Amazônia.

Figura 2 - Percentuais de Subclasses de Uso e Cobertura da Terra na Paisagem do Município de Linhares (ES), em 1985.



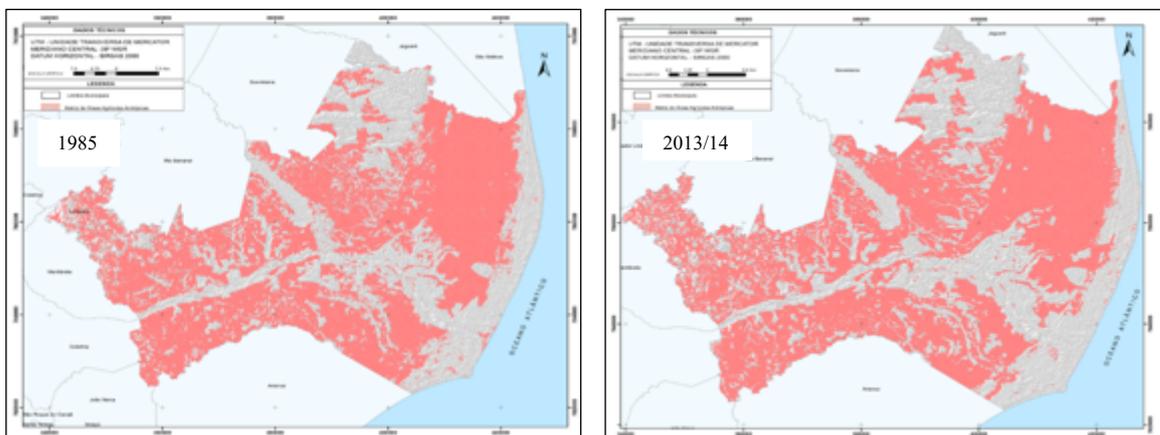
Fonte: Organizado pelos autores.

Figura 3 - Percentuais de Subclasses de Uso e Cobertura da Terra na Paisagem do Município de Linhares (ES), em 2013/14.



Fonte: Organizado pelos autores

Figura 4 - Espacialização da Matriz do Município de Linhares (ES) em 1985 e 2013/14.



Fonte: Organizado pelos autores.



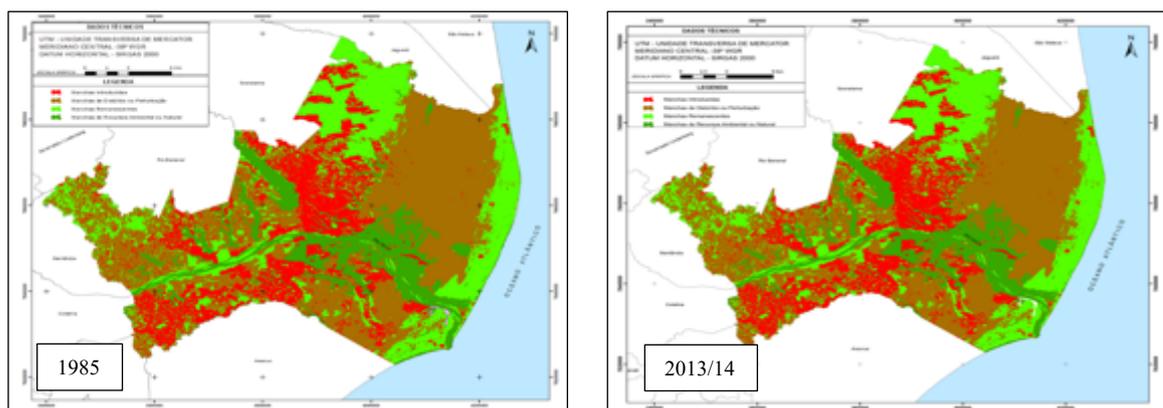
No mapa das Matrizes de Áreas Antrópicas Agrícolas para os dois recortes espaciotemporais, observa-se que esse grupo de uso é o mais conectado entre todos os outros, exercendo o controle sobre a dinâmica de paisagem, bem como é o grupo que apresenta a maior área espacial na paisagem.

De fato, como será visto agora, as subclasses que são abrangidas pela Classe Nível I do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2013), ditas como Áreas Antrópicas Agrícolas, são as Áreas Alagáveis, as de Cultivo Agrícola, as de Pastagem e as de Silvicultura.

Conforme se observa nas Figuras 2 e 3, quanto ao percentual de cada subclasse para os dois recortes temporais da paisagem do município de Linhares, a subclasse que apresenta maior percentual é a mancha da área alagável em 1985 em relação a 2013/2014. Vale ressaltar que essa mancha, em períodos de estiagem, é utilizada para pastagem, cuja cobertura vegetal é predominantemente herbácea com ocorrência da espécie taboa (*Typha domingensis Pers.*) e as do gênero *Brachiaria*.

A maior parte das manchas de Área Alagável pode ser considerada como Manchas de Perturbação ou Distúrbio, pois o alagamento das áreas se dá em função do excesso de precipitação ou pelo extravasamento dos corpos d'água presentes na paisagem. Algumas áreas alagáveis, entretanto, constituem Manchas de Recursos Naturais, pois são áreas de brejos naturais que ocorrem nas depressões intercordões praias. Os mapas que se referem à classificação das manchas estão apresentados na Figura 5.

Figura 5 - Classificação das Manchas do Município de Linhares em 1985 e em 2013/14.



Fonte: Organizado pelos autores.

Ainda observando a Figura 6 vê-se que a segunda maior mancha é a de Cultivo Agrícola em 1985, tendo diminuído em 2013/2014. Entretanto, para os mesmos recortes temporais, a mancha que representa a Silvicultura teve um aumento de 764%, isto significa que, enquanto em 1985 ela representava apenas 0,39%, em 2013/2014 ela passou a representar 2,98% em relação à área total da paisagem do município. Acompanhando essa alteração, observa-se que



a mancha de Pastagem teve um aumento considerável em suas áreas de um recorte temporal para 2013/2014.

Como visto anteriormente, essas três subclasses de usos, somadas às Áreas Alagáveis, estão agrupadas no Nível I da classificação do IBGE (2013) na Classe de Áreas Antrópicas Agrícolas, portanto, parece ter havido, em algum momento desse intervalo entre 1985 e 2013/2014, o intercâmbio entre os quatro tipos de usos ou subclasses, ora predominando uma, ora predominando outra, pois, observa-se que não houve alterações consideráveis nessa Classe, sendo que em 1985 as quatro juntas representavam 57,84% do total da área e em 2013/2014 o percentual era de 58,95%.

Quanto à classificação das manchas de Cultivo Agrícola e Silvicultura, ambas constituem manchas introduzidas, pois resultam da inserção de plantas, ora para cultivo agrícola, ora para silvicultura, muitas vezes espécies exóticas tais como o eucalipto, o café, o mamão-papaya, a pimenta-do-reino, entre outros.

As manchas representadas pela Floresta de Tabuleiro chamam atenção pela fragmentação, a despeito de uma mancha maior de Floresta de Tabuleiro em ambos os recortes temporais, respectivamente, localizadas a NE da área em estudo. A diminuição de área dessa mancha pode estar associada ao fato de a existência de silvicultura do eucalipto ser contornada pela floresta da Unidade de Conservação denominada por Reserva Natural Vale. Outras características da área coberta pela Floresta de Tabuleiro é o fato de ela ocorrer junto aos cursos d'água, muitas vezes compondo corredores de recursos hídricos.

Compondo a Classe de Áreas de Vegetação Natural (IBGE, 2013), a subclasse de Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca) representava, em 1985, 6,80% e, em 2013/2014, correspondia a 6,41%. O sombreamento ocasionado pelas Floresta de Aluvião é muito utilizado para o plantio de cacau, contribuindo, de certa forma, para a manutenção da mata ciliar do rio Doce.

A Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca) é considerada como Mancha de Recurso Natural, pois, embora seja um cultivo, o cacau (*Theobroma cacao L.*) tem seu plantio associado ao sub-bosque da Floresta de Aluvião, fato que proporciona a manutenção da floresta que é vital para que o cacau possa desenvolver-se, uma vez que é uma planta que requer sombreamento para o seu desenvolvimento.

Compondo ainda a Classe de Áreas de Vegetação Natural, encontrou-se na paisagem da área em estudo a Floresta de Aluvião, que era de 1,38% em 1985. No recorte temporal de 2013/2014, tal área foi suprimida para 1,03%.



A Vegetação de Restinga faz parte das Áreas de Vegetação Natural. Nesta pesquisa, foi considerada como um todo, embora se saiba que existam fitofisionomias distintas, tais como Mata Aberta de *Clusia* e *Ericáceas* e a de Mata Seca de Restinga (FERNANDES, 2007). Na paisagem, a Vegetação de Restinga em 1985 ocupava 7,56%, já para o recorte temporal de 2013/2014, o percentual subiu para 7,96%. Mesmo que no cômputo geral das manchas a Vegetação de Restinga tenha crescido, esse crescimento não se deu de forma homogênea ao longo de sua área de distribuição.

A Vegetação de Restinga é considerada como Mancha Remanescente, pois o que restou dessa vegetação é apenas uma pequena porção da que havia antes distribuída pela planície costeira quaternária de uma fitofisionomia típica do litoral brasileiro.

As Áreas Urbanizadas fazem parte da Classe das Áreas Antrópicas não Agrícolas e estão subdivididas em Área Urbanizada e de Mineração. As Áreas Urbanizadas tiveram um aumento em 2013/2014 em relação a 1985. Esse pode ser um fator que mostra o crescimento urbano desse município, que passa por um acelerado processo de ocupação, por estar localizado em uma região com atração de novas indústrias em decorrência da exploração de petróleo e da implantação de novos serviços relacionados a essa atividade.

Quanto às Áreas de Mineração, estas representam apenas 0,04% em 1985 e 0,05 em 2013/2014. Na escala com a qual foram elaborados os mapas da presente pesquisa, tais áreas não aparecem. Tanto as manchas de Áreas Urbanizadas como as manchas de Mineração constituem Manchas Introduzidas, pois foram feitas pelo homem, têm origem antrópica. Classificadas como Outras Áreas, nessa Classe constam as Áreas Descobertas e as Praias. As primeiras contavam, em 1985, com 3,35% e, em 2013/2014, constam como sendo apenas 1,96% da área total da paisagem. Tais áreas muitas vezes são áreas de afloramentos rochosos e solos expostos.

As Áreas Descobertas podem ser consideradas tanto como Manchas de Recursos Naturais, quando compõem-se de rocha exposta, como Manchas de Distúrbio ou de Perturbação, quando resultam da retirada da vegetação natural para outros usos, tais como ocupação humana, cultivo, entre outros.

A diminuição das Áreas Descobertas de 1985 para 2013/2014 pode justificar-se pelo fato de que em alguns pontos essas áreas deram lugar às áreas alagáveis, de pastagem, de cultivo agrícola e áreas urbanizadas.

Ainda nesta categoria de Outras Áreas, as Praias abrangiam, em 1985, 0,46% e, em 2013/2014, passaram a ter 0,20%. Como a área de Praias está sujeita à ação das ondas e das



marés, é possível que essa diminuição possa ser atribuída à posição da maré na passagem do satélite.

As Praias podem ser consideradas como Manchas de Recursos Naturais, pois são Áreas de Vegetação Natural com múltiplos usos, além de exercerem papel de proteção da própria linha de costa e de recreação. Além disso, a praia fornece sedimentos para que ondas e correntes mantenham em equilíbrio a dinâmica costeira.

Os Corpos D'água encontram-se na Classe Águas, a diferença entre a área ocupada pelas massas d'água em 1985 era de 6,37%, e em 2013/2014 era de 6,44%, apresentando um pequeno aumento de área coberta por água na paisagem em questão.

Os Corpos D'água constituem Manchas de Recursos Naturais quando são compostos por rios, lagoas e lagoas naturais. Entretanto, podem ser considerados como Mancha Introduzida quando são criados canais artificiais para diversos fins. No caso das manchas de Corpos D'água da paisagem em estudo, tem-se os dois tipos de manchas, pois há vários canais de drenagem da planície costeira do rio Doce que foram construídos visando tanto à utilização da água para cultivo como também para drenar as áreas periodicamente alagadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao objetivo de caracterizar os elementos da paisagem tais como as manchas, corredores e matriz, pode-se dizer que a classificação do uso e de ocupação da terra foi determinante para as suas identificações.

A partir da espacialização das subclasses (Nível II), nos dois recortes espaciotemporais estudados, foi possível identificar as Matrizes da paisagem do município de Linhares (ES). Em ambos os recortes espaciotemporais foi classificada como Matriz de Área Antrópicas Agrícolas, com um total de área de 202.439,22ha em 1985 e 206.340,43ha em 2013/2014, representando 57,84% e 58,95%, respectivamente. A área total da paisagem era de 349.987,20ha tanto para 1985 quanto para 2013/2014, já que é a mesma área do município de Linhares.

Com relação à classificação das manchas (Figuras 5), foi possível identificar Manchas de Perturbação ou Distúrbio, sendo estas as Áreas Alagáveis, as de Cultivo Agrícola, as de Pastagem e a Silvicultura. Tais áreas somadas representaram totais de 57,84% em 1985 e 58,95% em 2013/2014. Quanto às Manchas de Recursos Naturais, estas corresponderam à Floresta de Tabuleiro, à Floresta de Aluvião, à Floresta de Aluvião com Cacaú (Cabruca), à Vegetação de Restinga e aos Corpos D'água. Tais áreas somadas apresentaram totais de 38,28% em 1985 e 37,88% em 2013/2014.



As Manchas Introduzidas corresponderam às Áreas Urbanizadas, às Áreas de Mineração e alguns pontos das Áreas Alagáveis. Tais áreas somadas apresentaram totais de 0,45% em 1985 e 1% em 2013/2014.

No que se refere às métricas da paisagem, estas apontaram importantes resultados, sendo aplicadas as seguintes métricas: Área Total da Classe (CA), Número de Manchas (NP), Média de Área (AREA_MN).

As análises relacionadas à paisagem do município de Linhares, através das métricas, apresentaram resultados por classes e não por manchas (patches), considerando as Áreas Naturais, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas Antrópicas Não Agrícolas, Corpos D'água e Outras Áreas. O objetivo foi quantificar e qualificar os elementos da paisagem através das métricas de paisagem, de acordo com os parâmetros selecionados, possibilitando analisar as fragmentações florestais (manchas) distintas, aplicando-se métricas das classes de manchas oferecidas pelo Fragstats.

Foi observada alteração na estrutura (distribuição na paisagem) das manchas que compõem as Áreas de Vegetação Natural, pelo fato de apresentarem uma redução no Número de Manchas (NP) de 1985 para 2013/2014, com 7,05%. Esse foi o percentual médio para todas as subclasses. Tais áreas apresentaram uma redução em Área Total da Classe (CA), ou seja, em 1985 havia 111.136,51 ha e 2013/2014 passou a ter 109.888,96 ha. Da mesma forma, a Densidade de Manchas (PD) sofreu redução de 7,23% de 1985 para 2013/2014. Essas métricas demonstram que as Áreas de Vegetação Natural se apresentam mais fragmentas em 2013/2014 em relação ao ano de 1985.

Quanto às formas das manchas, as Áreas de Vegetação Natural apresentaram uma Dimensão Fractal (FRAC) características de polígonos de forma mais simples, ou seja, formas mais circulares e/ou retangulares, o que significa que são diferentes das formas ditas naturais, pois estas características são referentes às formas de manchas antrópicas. Portanto, em ambas as matrizes há maior número de manchas antropizadas do que manchas naturais.

Por meio dos resultados levantados pelos Índices de Conectividade e pelos Índices de Análise de Vizinhança (ENN_DIST, PROX e CONTIG), foi possível observar que as manchas apresentam baixa conectividade em ambas as matrizes. Foram realizadas quatro simulações considerando raios de 100 m, 200 m, 300 m, 450 m, para identificar o tamanho da mancha e a sua proximidade com outras manchas de mesma classe, em um raio que haveria a presença de outras manchas que estivessem com suas bordas dentro de um raio especificado. Somente para o raio de 450 m foi identificada a presença de manchas. Segundo Almeida (2008), consideram-se de médio isolamento os Índices de Proximidade (PROX), com distâncias de até 120 m de



borda, da borda ao fragmento. Para 2013/2014 esse índice apresentou 80,40 m, considerada, assim, uma área com médio isolamento.

Para as Áreas Antrópicas Agrícolas, observou-se uma alteração na estrutura das manchas, pelo fato de apresentarem aumento no Número de Manchas (NP) de 1985 para 2013/2014 com 20,52%. Foi possível verificar, através dos valores apresentados pelas subclasses, que a de Cultivo Agrícola teve sua densidade reduzida, porém, com o aumento expressivo nas subclasses de Silvicultura (77%) e de Pastagem (12%). Tais áreas apresentaram aumento em Área Total da Classe (CA), ou seja, em 1985 havia 202.763,22 ha e 2013/2014 passou a ter 206.752,31 ha. Da mesma forma, a Densidade de Manchas (PD) sofreu um acréscimo de 20% em 2013/2014.

Essas métricas demonstram que as Áreas Antrópicas Agrícolas se apresentam mais fragmentadas em 2013/2014 em relação ao ano de 1985. No que se refere a formas das manchas, as Áreas Antrópicas Agrícolas apresentaram uma Dimensão Fractal (FRAC) característica de polígonos de forma mais simples. Por meio dos resultados levantados pelos Índices de Conectividade e pelos Índices de Análise de Vizinhança, foi possível observar que as manchas apresentam maior conectividade de 1985 para 2013/2014.

Quanto ao Índice de proximidade, que analisa qual é a proximidade de uma mancha de mesma classe no seu entorno, foi encontrado um valor menor em 2013/2014. Essa alteração pode-se dar por haver alteração na densidade de manchas das subclasses Silvicultura e Pastagem. O valor apresentado foi de 842,54 m, considerado de alto isolamento.

Em relação a Áreas Antrópicas não Agrícolas, observa-se uma alteração na estrutura das manchas, pelo fato de apresentarem aumento no Número de Manchas (NP) de 1985 para 2013/2014 em 5,71%. Tais áreas apresentaram aumento em Área Total da Classe (CA), ou seja, em 1985 havia 1.602,39 ha (0,45%) e 2013/2014 passou a ter 3.436,66 ha (1,0%), um crescimento de 53,37% em área. Igualmente, a Densidade de Manchas (PD) sofreu um acréscimo de 20% em 2013/2014. Essa classe apresentou grande alteração na área total da mancha. Porém, analisando esse percentual em relação ao total da área da paisagem (município de Linhares), observou-se que essas áreas ocupam apenas 1,0% em 2013/2014, conforme já mencionado. Apesar desse valor ser ínfimo em relação à área total da paisagem, não se deve desprezar o percentual em relação ao crescimento dessa classe, pois ocorreu um aumento superior a 50%, valor esse que ao longo do tempo pode ser um complicador para as manchas que se encontram próximas às Áreas de Vegetação Natural e Corpos D'água, como é o caso da mancha referente à sede do município.



A Classe Corpos D'água apresentou aumento em área e número de manchas de 1985 para 2013/2014, ficando em 2013/2014 com 257 e em 1985 com 251 manchas. Observa-se um crescimento de 2,0% para a Média de Área da Classe (AREA_MN) e para a Densidade das Mancha (PD), Índice de Maior Manchas (LPI).

Dessa forma, pode-se dizer que ocorre mais manchas na paisagem estudada em 2013/2014, cujo aumento pode estar relacionado às lagunas aparentes devido ao período de chuva imageado na passagem do satélite.

O valor Fractal para a classe Corpos D'água apresentou como forma simples, ou seja, mais circulares ou retangulares, concordando com as condicionantes naturais.

Com relação às métricas, pode-se dizer que constitui uma ferramenta de grande validade para avaliação não só qualitativa, mas, sobretudo, quantitativa da evolução da paisagem, permitindo a realização de várias simulações, comparações e cenários das informações que a paisagem concede através de suas formas.

Diante do que foi levantado, verificou-se que a utilização de apenas dois recortes temporais para avaliação da evolução da paisagem em questão apresentou resultados muito importantes no que se refere à evolução da paisagem. A partir dos dois recortes temporais, pôde ser observada a espacialização das manchas, bem como puderam ser definidas as Matrizes em ambos os recortes. No viés da Ecologia da Paisagem, observam-se grandes modificações nos mosaicos da paisagem, tornando manchas naturais em manchas de perturbações ou distúrbios.

Pelas literaturas apresentadas nesta pesquisa, pode-se observar a preocupação das alterações ocorridas no uso e na cobertura da terra. Essas alterações têm ocorrido em todo o planeta, havendo diversas discussões e fóruns para abordar as questões ambientais em diversas esferas, sejam elas regionais ou globais. Os principais atores nessas alterações do meio ambiente são os cultivos agrícolas, as áreas urbanas e industriais e as pastagens.

A avaliação da paisagem por meio da Ecologia da Paisagem apresentou-se como uma ferramenta e um método de pesquisa muito útil, uma vez que trata do uso e da cobertura da terra, ou seja, em um viés muito atual e aplicável. A aplicação das métricas associada ao uso e cobertura da terra pode gerar resultados de manejo da paisagem, no qual podem ser gerenciados os usos de maneira que visem à conectividade de manchas de igual natureza (mesma classe), que é uma das medidas para conter a perda da biodiversidade e vem sendo usado em vários países da Europa, bem como na Austrália. No Brasil, a Ecologia da Paisagem tem sido aplicada em órgãos ambientais para licenciamentos, laboratórios de pesquisas em universidades e no planejamento de algumas administrações públicas federal, estadual e/ou municipal.



A pesquisa realizada abriu um campo de percepção de estudos biogeográficos onde os processos horizontais e verticais podem ser entendidos e aplicados ao manejo dos diversos usos que se faz sobre a superfície da Terra.

REFERÊNCIAS

- AHERN, J.F. Greenways as strategic landscape planning: Theory and applications. Wageningen, the Netherlands: Wageningen University. **Doctoral thesis**. 182p. 2002.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Global, Esboço Metodológico. São Paulo, Universidade São Paulo, Instituto de Geografia, **In: Cadernos de Ciência da Terra** (13) p.1-27, 1972.
- BORGO, I; ROSA. L.B.R.A.; PACHECO, R. Norte do Espírito Santo: Cielo Madeireiro e Povoamento. **Edufes**: Vitória, 178p, 1996.
- BOTEQUILHA, LEITÃO. A. **Sustainable Land Planning: Towards a Planning Framework. Exploring the Role of Spatial Statistics as a Planning Tool**. Lisbon, Portugal: Technical University of Lisbon (Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa). Doctoral Dissertation. 2001.
- FARINA, ALMO. **Principles and Methods in Landscape Ecology**. Cambridge: Chapman and Hall. 1998.
- FERNANDES, A. **Fitogeografia Brasileira – Províncias Florísticas**. Ed. Fortaleza: Realce Editora e Indústria Gráfica. 202p, 2007.
- FORMAN, RICHARD.T.T; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York, John Wiley & Sons. 619p, 1986.
- FORMAN, RICHARD T.T. **Land Mosaics: the Ecology of Landscape and Regions**. Cambridge University Press. New York, Melbourne. 1995.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/historico.php?codmun=320320&search=espitosanto%7Cclinhares%7Cinograficos:-historico&lang=_ES>. Acesso em: 16/1º/2014
- METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. **In: An Acad. Bras. Ci.**, n. 3-1, p.445-463, 1999.
- METZGER, J. P. O que é Ecologia de Paisagem? **Biota Neotropical**, Campinas, v. 1, n. 1/2, 2001.
- METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem: o uso adequado de métricas. **In CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C, (Org.)**. Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 1 ed. Curitiba: IPE, v.1 p.423-453, 2003.
- NAVEH Z.; LIEBERMAN A. S. Landscape Ecology: Theory and Application. **Springer-Verlag**, New York, New York, USA. Série Environment Management. 2a. ed., 356p, 1993.
- NAVEH, Z. En major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes. **Landscape and Urban Planning**. 57: 269–284, 2001.
- SOTCHAVA, V. B. O estudo do geossistema. **In: Instituto Geográfico do Estado de São Paulo**. Série Métodos em Questão: 1-51p, 1978.



TURNER, M. G. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics** 20:171-197, 1989.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. Landscape Ecology: in theory and practice, pattern and process. Editora: **Springer**, 2001.

TURNER, M.G. Landscape Ecology: what is the state of the Science?.Annu. *In: Rev. Ecol. Evol. Syst.* p. 319-344., 2005.

VENTURI, L.A.B..A Dimensão Territorial da Paisagem. VI Congresso Brasileiro de Geógrafos. **Anais**. AGB, Goiania. 11p.2004.

ZONNEVELD, I. S. The Land Unit – A fundamental Concept in Landscape Ecology, and its applications. **Landscape Ecology**, v. 3, n. 1, pp. 67-86, 1989.

ZONNEVELD, I.S. Land Ecology: An introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation. **SPB Publishing**, Amsterdam.1995.