

Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geoecologia das Paisagens

Maria Rita Vidal

Universidade do Sul e Sudeste do Pará,

Marabá, PA, Brasil

ritavidal@unifesspa.edu.br

 0000-0002-3392-3624

Abraão Levi dos Santos Mascarenhas

Universidade do Sul e Sudeste do Pará,

Marabá, PA, Brasil

abraaolevi@unifesspa.edu.br

 0000-0003-0546-8836

p. 600-615

revista

Geo 
USP
espaço e tempo

Volume 24 • nº 3 (2020)

ISSN 2179-0892

Como citar este artigo:

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geoecologia das Paisagens. **Geosp – Espaço e Tempo** (On-line), v. 24, n. 3, p. 600-615, dez. 2020. ISSN 2179-0892.

Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/121030>. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2020.121030>.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 Licence

Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geoecologia das Paisagens

Resumo

Este artigo versa sobre a análise da estrutura e do funcionamento das paisagens da APA do estuário do rio Curu, no litoral oeste do Ceará, Nordeste do Brasil. Por meio da Geoecologia das Paisagens, definem-se conceitos relativos à organização estruturo-funcional da paisagem, e também se discute sua aplicabilidade. Apresenta-se o método de quantificação da estrutura da paisagem para análise de padrões espaciais e suas diferenciações, indicando sua composição em mosaico. Apresenta-se um mapa funcional das paisagens que permite esclarecer os mecanismos que regem o funcionamento da paisagem em tela.

Palavras-chave: Geoecologia. Estrutura da paisagem. Litoral. Planejamento e gestão da zona costeira.

Structure and functioning of Ceará's coastal landscapes in the light of the Geoecology of Landscapes

Abstract

This article presents the analysis of the structure and functioning of the APA landscapes of the Curu River Estuary, on the west coast of Ceará, northeastern Brazil. Through the Geoecology of Landscapes, we define concepts about the structural-functional organization of the landscape, and there is also a discussion about its applicability. We present the landscape structure quantification method for spatial pattern analysis and its differentiation,

indicating its mosaic composition. Also, we point to a functional map of the landscapes that make it possible to clarify the mechanisms that govern the functioning of the landscape on the screen.

Keywords: Geoecology. Landscape structure. Coast. Planning and management of the coastal zone.

Estrutura y funcionamiento de los paisajes ribereños Cearenses bajo la luz de la Geoecología de los Paisajes

Resumen

El artículo versa sobre el análisis de la estructura y funcionamiento de los paisajes del APA del estuario del río Curu, en el litoral oeste de Ceará/Nordeste de Brasil. Por medio de la Geoecología del Paisaje, se definen conceptos sobre organización estructural funcional del paisaje y también hay una discusión sobre la aplicabilidad de los mismos. Se presenta el método de cuantificación de estructura del paisaje para análisis de estándar espacial y sus diferenciaciones, indicando su composición en mosaico. Se apunta para un mapa funcional del paisaje que posibilite esclarecer los mecanismos que rigen el funcionamiento del paisaje en pantalla.

Palabras clave: Geoecología. Estructura del paisaje. Litoral. Planificación y gestión de la zona ribereña.

Introdução

O litoral cearense (interface mar-terra) apresenta variadas feições paisagísticas expressas por faixas de praias, planícies fluviomarinhas, planície lacustre, dunas, lagoas interdunares, falésias. Estas paisagens apresentam diversificação tipológica (Rodríguez; Silva, 2002; Soares, 2008; Vidal, 2014) em função da configuração natural e das ações antrópicas, ocasionadas pelas diferentes formas de uso e ocupação no litoral cearense (Vasconcelos; Coriolano, 2008).

As dinâmicas resultantes da interface continente-oceano no litoral cearense, ao longo dos seus 573 km de extensão, estão basicamente associadas à configuração da costa e a processos como a ação do vento com intensos processos de *bypass* eólico, correntes litorâneas, refração de onda, realimentação de praia, transporte eólico em direção ao continente e chegada de sedimentos pelo aporte fluvial (Meireles et al., 2005; Meireles et al., 2007; Nascimento Junior et al., 2017).

Nas últimas décadas, o litoral cearense vem se transformando num dos principais roteiros turísticos do Brasil (Vasconcelos; Coriolano, 2008). Junto a esse fenômeno, vem se intensificando o crescimento urbano associado à especulação imobiliária, sobretudo pela valorização da zona costeira, responsável por promover e dinamizar as atividades turísticas (Dantas, 2014).

Estas ocupações vêm ocasionando as mudanças nas estruturas funcionais e paisagísticas de todo o litoral cearense, com a implantação de equipamentos costeiros de grande porte ao longo do litoral como espigões, moles, portos e estaleiros, trazendo modificações significativas na dinâmica espacial e nos atributos ambientais do litoral do Ceará (Claudino-Sales; Carvalho, 2014).

Estes processos de desenvolvimento turístico, crescimento urbano e econômico, intervenções estruturais, estão levando a alterações na estrutura e funcionamento da paisagem litorânea (Vidal, 2014). A estrutura é então apresentada pelas feições espaciais observáveis e mensuráveis na paisagem, é um padrão específico que se apresenta. O padrão de uma paisagem é o resultante dos processos que ocorreram em diferentes escalas. Nessa dança, processos e estruturas encontram-se num jogo alternado de causas e efeitos.

A análise da estrutura e do funcionamento da paisagem permite esclarecer como ela está estruturada, quais as relações funcionais de seus elementos, por que ela está estruturada de determinada maneira (relações genéticas e casuais) e para que está estruturada (funções naturais e sociais). Assim, o conhecimento e o estudo da estrutura e do funcionamento das paisagens pode ajudar na elaboração de desenhos ou modelos de gestão e desenvolvimento dos territórios.

Os procedimentos de análise dos enfoques estruturais e funcionais podem ser replicados em outras áreas, uma vez que as regularidades das estruturas funcionais das paisagens têm um caráter universal. No entanto, precisam ser adequadas à escala regional ou local, de acordo com o estudo ou a pesquisas a que servem.

Resta saber: quais são os elementos dinamizadores e modificadores das mudanças retratadas acima? Quais são os possíveis modelos espaciais que podem revelar as estruturas da paisagem numa perspectiva sistêmica? As relações de causa e efeito podem interferir significativamente nas paisagens litorâneas, deixando marcas?

A visão estratégica do desenho ambiental e territorial sustentável requer uma análise científica objetiva e tecnicamente exequível. Essa análise baseia-se no estudo das unidades geoecológicas, nos tipos de paisagem, suas interações e relações, enfim, numa visão de totalidade dinâmica, que pode ser mais bem representada em sistemas geoinformativos. A extensão da área de estudo é de 2.293, 23 hectares; pretende-se aplicar as concepções teórico-metodológicas da Geoecologia das Paisagens nesse setor do litoral oeste do Ceará, com vistas a estudar a estrutura e o funcionamento das paisagens da APA do estuário do rio Curu. Esta contribuição pretende construir representações espaciais da paisagem em seu caráter dinâmico com aplicação prática na APA.

Na prática, o conhecimento da estrutura e do funcionamento das paisagens concorre para o desenvolvimento de atividades de uso e ocupação mais racionais e também para tomadas de decisão mais técnicas, além de possibilitar o uso de ferramentas de gestão de cunho aplicativo em áreas litorâneas, como os modelos de funcionamento sistêmico.

Concepções teóricas e conceituais da paisagem

Sabe-se que as multiplicidades do conceito de paisagem foram retratadas pelos naturalistas, nas artes, literatura, arquitetura em uma concepção paisagística. E na Geografia, comportando vários métodos de abordagem, contemporaneamente Rodríguez (2006) faz um panorama geral de como a ciência geográfica operacionalizou o conceito de paisagem nos seus paradigmas, reafirmando que a paisagem é sempre uma categoria essencial para a Geografia.

As diversas abordagens da paisagem foram bem exploradas e descritas por Rodríguez (2006), mas, por limitações da presente secção, não é realizá-las aqui. Assim, optou-se por pontuar a concepção de paisagem para a fenomenologia e para a visão sistêmica na perspectiva de situarmos nossa escolha pelo conceito de paisagem.

Paisagem para a fenomenologia

As concepções da matriz filosófica e epistêmica do conceito de Paisagem para a fenomenologia são bastante amplas entre o século quinze ao dezenove, pois trazem em seus fundamentos a concepção de relação/interação com o mundo exterior, como porção visível da superfície terrestre.

Nas últimas décadas, vimos surgir pelo menos três concepções fenomenológicas que influenciaram o pensamento geográfico e que dialogam com a visão de Kant, de Hegel, de Husserl e de Heidegger. E Gomes (1996, p. 116) destaca:

A importância e o verdadeiro sentido da fenomenologia no pensamento filosófico são objetos de grandes discussões. Muitos autores, a partir de pontos de vista diferentes contribuíram de maneira diversa para a constituição de um horizonte fenomenológico. O termo foi criado em 1764, por J. H. Lambert e, a partir daí, recebeu significações diferentes, notadamente aquelas dadas por Kant, Hegel, Husserl e Heidegger.

É possível afirmar que, em alguns momentos, o conceito de Paisagem é operacionalizado no sentido do visível e da experiência sensorial, instrumentalizado na forma de olhar, ver, enxergar a superfície terrestre. A paisagem aparece como um quadro, apresenta-se como uma visão, como competência visual/sensorial capaz de re-presentar (apresentar um novo olhar/mostrar outra dimensão) as formas e a organização do espaço, chega a ser confundido com a matriz operacionalizada pela arte, pelo artista que pinta um quadro.

Para Jean-Marc Besse, as formas de representação a partir da percepção permitem aos geógrafos/cartógrafos informar os objetos dispostos na superfície terrestre. Assim é que o autor nos apresenta sua visão, “os geógrafos partilham esta atenção aos signos do mundo, aninhados na cor das rochas, na orientação dos ventos ou no movimento das águas, que permitem aos olhos lerem” (Besse, 2006, p. 19).

O processo de descrição e apresentação do mundo visível (paisagem como essência estética) permite a produção de uma narrativa cartográfica que descreve a terra como relação e como mundo, a partir de uma ordem que deve ser apreendida exhaustivamente pelo observador (experiência visual), mas que deve abarcar a totalidade ordenadamente harmoniosa (Besse, 2006, p. 29-31).

A paisagem aqui é decifrada como palco ou como ambiente exterior à sociedade; se nos detivermos ao conceito de Dardel (2011), em sua obra *O homem e a terra: natureza da realidade geográfica*, ainda veremos a paisagem exteriorizada no sentido de que os arranjos sociais sobre a terra dinamizam e constroem um quadro, uma fisionomia que é espacializada como expressão fiel da existência. O autor é taxativo:

[...] a paisagem não é, em sua essência, feita para se olhar, mas a inserção do homem no mundo, lugar de um combate pela vida, manifestação de seu ser com os outros, base de seu ser social [...]. A paisagem pressupõe uma presença do homem, mesmo lá onde toma a forma de ausência. Ela fala de um mundo onde o homem realiza sua existência como presença circunspeta e atarefada (Dardel, 2011, p. 32).

É emblemática a tentativa de Dardel de trazer a uma objetividade concreta a ideia de uma natureza física que se dinamiza intencionalmente sob a égide do trabalho humano, mas que ainda o deixa escravo de uma concepção existencialista e sob o jugo da experiência visual e semiológica, não sendo capaz de vislumbrar uma paisagem dinâmica e que é animada por fatores ecológicos – a qual permite entendê-la como entidade dotada de estrutura, forma e função, com dinâmica própria, da qual a sociedade é elemento dinamizador e construtor das mudanças.

Em outro momento, já nos debruçamos sobre as questões do conceito de paisagem (Vidal et al., 2014b), quando trabalhamos na perspectiva de que a paisagem revela-se como um caleidoscópio que mostra múltiplos significados; o sentido original que tinha na Alemanha (*Landschaft*) vai adquirindo outros significados, com derivações em outras línguas e, assim, com diferentes grafias.

Os termos *paysage* (francês), *paisaje* (espanhol) e *paessagio* (italiano) vinculavam-se originalmente à aceção de unidade territorial ocupada por determinada comunidade humana, evidenciando que as interconexões dos fatores humanos e da natureza foram constantes preocupações dos sistematizadores da Ciência Geográfica moderna de Humboldt e Ritter.

Para Le Floch (1996), a noção de paisagem é considerada, antes de tudo, a relação da sociedade apoiada em seu conjunto. A paisagem é um termo mais ou menos recente na cultura ocidental, aparecendo na Holanda no final do século XV e na França no século XVI.

Aparecia como um quadro representado no *pays*, sendo este uma concepção unitária e estética que fundamenta a paisagem (Le Floch, 1996). A paisagem como conceito-chave para a Ciência Geográfica tem prestado grande auxílio ao entendimento das relações sinecológicas, estabelecidas entre a sociedade e a natureza, e estão estabelecidas (em geral) em duas esferas, podendo ser assumidas entre o viés antrópico e um ecológico (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2004, p. 18-20):

- a. sociedades humanas: com as questões que envolvem as trocas econômicas, o desenvolvimento social, as questões políticas, bem como as relações que se estabelecem no próprio desenvolvimento socioespacial;

- b. ecossistemas: a questão que se estabelece é basicamente a partir dos ecossistemas, e essa relação envolve componentes abióticos (clima, rocha, solo, hidrologia) e componentes bióticos (flora e fauna).

Muitas outras visões ancoradas em bases filosóficas e metodológicas têm dado contribuições significativas para o entendimento da paisagem. Aqui o objetivo primordial é a operacionalização do conceito em bases geossistêmicas, ancorada na Geoecologia das Paisagens, que sejam capazes de retratar os processos dinâmicos da superfície terrestre.

Paisagem para a análise geoecológica

Funcionamento, estrutura, dinâmica e evolução são os principais enfoques nos estudos das paisagens. Existem diversas correntes, métodos e direções de estudos das paisagens, representados por diferentes escolas e estas elaboraram seus próprios métodos de análises.

Mas foi Sotchava (1978) quem incorporou o conceito de geossistema à análise da paisagem; suas ideias apontam a necessidade de integrar os enfoques e métodos da ciência ecológica (funcional) e geográfica (espacial), contribuindo para a compreensão da dinâmica dos processos atuais e também dos que ocorreram no planeta (Rodríguez; Silva; Vicens, 2015).

A análise de paisagens dentro de uma concepção geossistêmica permite a interpretação desta no seu todo sistêmico, tornando possível a compreensão das funções, inter-relações, estruturas, dinâmicas e funcionamentos.

A paisagem como conceito sistêmico revela-se, de acordo com as concepções de Rodríguez, Silva e Cavalcanti (2004, p. 18), como:

Um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, um sistema que produz serviços e recursos naturais, um meio de vida e da atividade humana, fonte de percepção estética e cultural, genética e laboratório natural.

O estudo das paisagens proposto por Sotchava (1977) fundamenta-se na paisagem como um sistema, o qual deve atender aos enfoques estruturais, funcionais e dinâmico-evolutivos. Os sistemas formadores da paisagem são complexos e, para compreendê-los, devem-se levar em conta os seguintes estudos (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2004, p. 14):

- estrutura e funcionamento das paisagens;
- análise da dinâmica temporal e evolução das paisagens;
- interpretação do grau de modificação e transformação antropogênica.

Autores como Rougerie e Beroutchatchvili (1991) asseguram que as abordagens para a análise da paisagem se dão por meio de enfoques estruturais, funcionais, dinâmico-evolutivos, histórico-antropogênicos e integrativos das paisagens. A estrutura da paisagem é um elemento relativamente estável e intrínseco a sua organização como sistema, que reflete a disposição dos elementos funcionais e estruturais.

A análise estruturo-funcional permite conhecer a organização dos sistemas paisagísticos. O conhecimento da estrutura espacial e de seu funcionamento tem um uso prático no ordenamento territorial, podendo subsidiar avaliações quantitativas do grau de complexidade da estrutura paisagística nos projetos de construção de grandes equipamentos como rodovias, estaleiros, portos, hidrelétricas e também na avaliação de potenciais turísticos, entre outros.

Deve-se admitir que existe atualmente uma excessiva simplificação dos estudos das paisagens na Geografia Brasileira, limitando-as à dimensão horizontal. Devem-se também estudar as outras dimensões, sobretudo a estrutura e as relações de fluxos na paisagem.

Enfoques da estrutura vertical e horizontal da paisagem

Para Rodríguez, Silva e Cavalcanti (2004, p. 112), “entender e abordar os enfoques na análise de paisagem, sobretudo o estudo das estruturas espaciais, só é possível através da compreensão da natureza como portadora de suas propriedades”. A estrutura da paisagem se caracteriza pela forma de sua organização interior, é um elemento relativamente estável que tem índices e as propriedades dos objetos materiais e estruturais e apresenta-se em três tipos:

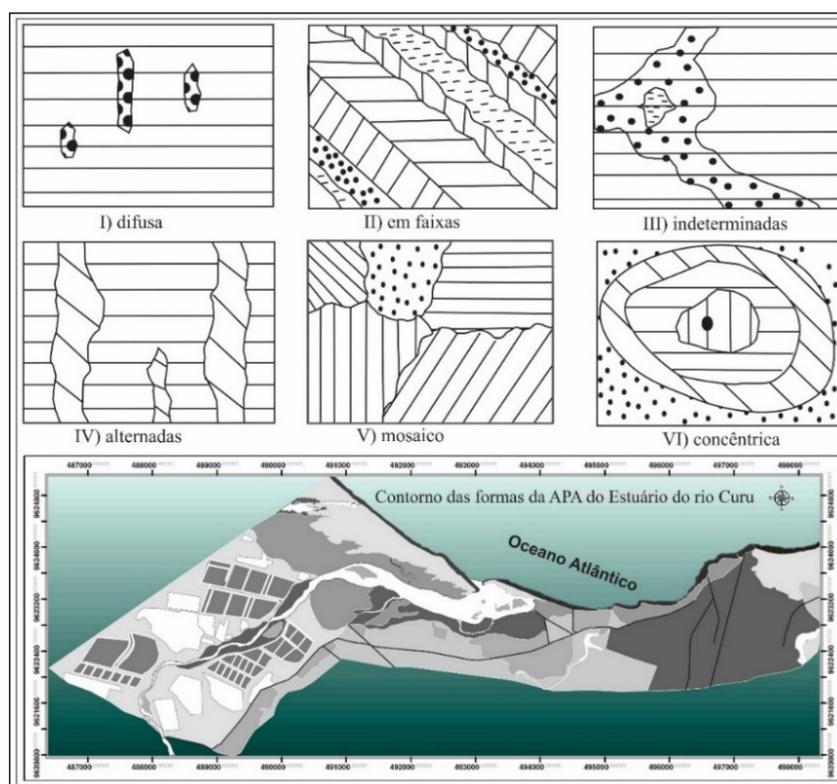
- a. estrutura vertical: estabelece seus fluxos em direções verticais, é formada pela composição e inter-relação dos componentes da paisagem (clima, geologia, geomorfologia, hidrologia, solos, cobertura vegetal), e se consideram esses componentes estruturais como estrato;
- b. estrutura horizontal: é a constituição genético-morfológica ou plana representada por elementos que se repetem na organização dos componentes e processos; é estudada pela análise da imagem da paisagem natural do território e se define como um mosaico de unidades de paisagens;
- c. estrutura funcional: a dinâmica da paisagem se expressa pela sequência de processos permanentes e se inter-relaciona na troca de energia, matéria e informação (EMI).

Métricas da paisagem: contornos e formas da estrutura horizontal

Na estrutura vertical, envolvem-se os processos que transcorrem de forma vertical: atmosfera, solos, cobertura vegetal e águas superficiais e subsuperficiais. Sua dinâmica é influenciada primordialmente pela força da gravidade, em que interatuam processos mecânicos e químicos.

Na estrutura horizontal, dá-se atenção especial às particularidades geométricas, e o contorno da paisagem é o componente elementar para as análises. Formas, orientações dos contornos, tamanho, correlações e os tipos de configuração conduzem a distribuição de energia, matéria e informação, sendo expressas pelo arranjo ou padrão espacial da paisagem (Figura 1). Na estrutura horizontal, a origem de sua fisionomia pode variar em função de mecanismos causais ocorridos ao longo do tempo histórico, distinguindo-se as tipologias: (I) difusa, (II) em faixa, (III) indeterminada, (IV) alternada, (V) mosaico e (VI) concêntrica.

Figura 1 – Representação do padrão espacial das estruturas horizontais da paisagem no rio Curu



fonte: Vidal (2014).

Diagrama com as diferentes formas de estruturação da paisagem: (I) difusa, (II) em faixas, (III) indeterminada, (IV) alternada, (V) mosaico e (VI) concêntrica. Na forma (V), está representada a paisagem da APA do rio Curu e seu entorno, estruturada em forma de mosaico.

Exemplo concreto dos padrões encontrados na tipologia da estrutura da paisagem se mostra na (Figura 1), onde o perímetro da APA do estuário do rio Curu é tomado como base para a exemplificação. Observa-se que a paisagem que compõe a área de estudo se dispõe como um *mosaico* de unidades de paisagem que se inter-relacionam, causados pela interação continente-oceano, e sofrem forte atuação do clima, do regime das marés, do transporte eólico e de correntes litorâneas, comuns em áreas litorâneas.

Cada tipo de paisagem tem um padrão estrutural específico. Na Figura 1, sobressaem as fisionomias litorâneas; sendo a planície litorânea uma unidade espacialmente maior, constitui um mosaico de feições diferenciadas que são importantes para a análise e a compreensão da estrutura da paisagem.

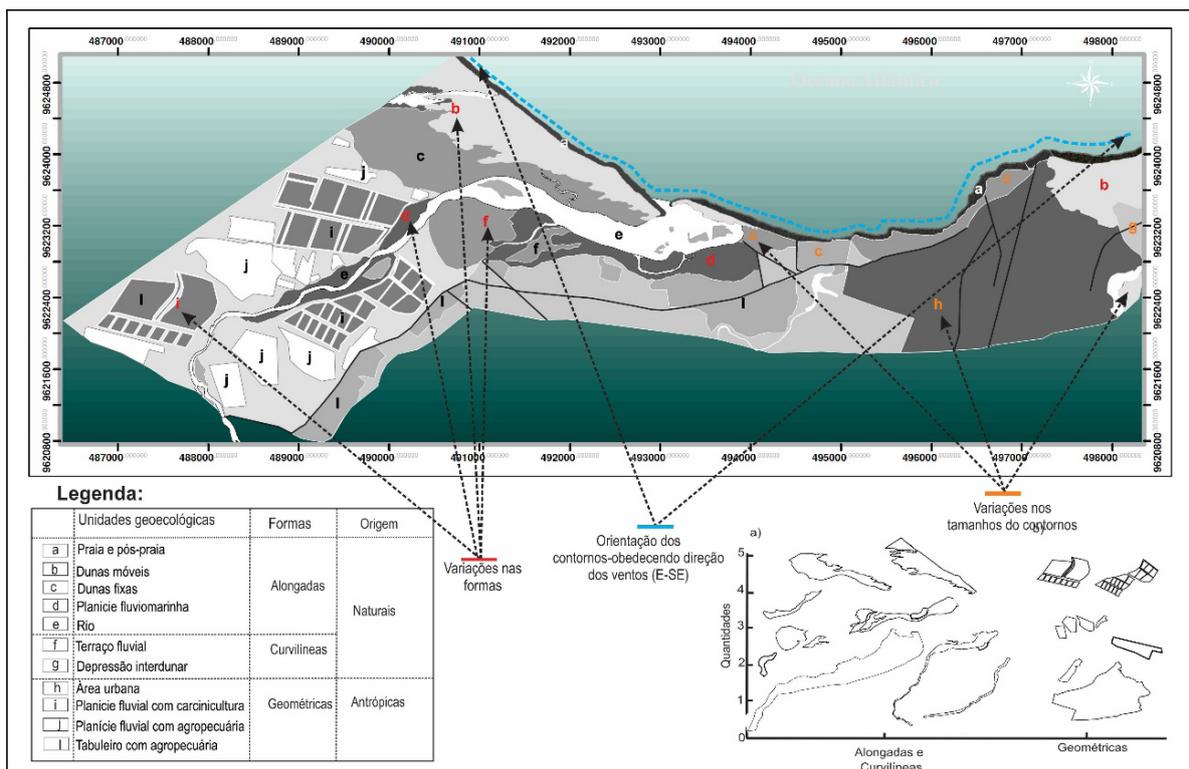
A interface oceano-continente é dominada por ações de ventos constantes, fluxos de radiação solar, oscilações de temperaturas, ação das marés, elevados índices de salinidades, entre outros fluxos de matéria e energia. Estes processos desempenham papel dominante no funcionamento e dinâmica das paisagens e na elaboração de suas estruturas genético-morfológicas.

A análise das formas permite determinar o conteúdo dos componentes fisionômicos e esclarecer os conteúdos ocultos, a exemplo da estrutura geológica de uma dada paisagem. Tomam-se como base os aspectos da imagem da paisagem (contornos), considerando a análise

do desenho da estrutura total. Na área de estudo, as formas alongadas foram e estão em constante processo de formação devido à ação eólica, a correntes e a fluxos de maré.

A maioria dessas formas se posiciona em função da direção predominante dos ventos, e estes dinamiza a movimentação dos contornos e promovem a interação entre os componentes, constituindo-se como um sistema canalizado de transporte de matéria e energia, que pode ser exemplificado pelos corredores de deflação, pela morfologia dunar e pelo trabalho de transmissão de matérias e nutrientes que o rio Curu executa. A espacialização e representação cartográfica das formas, padrões e contornos expressos na paisagem estão sintetizadas na Figura 2.

Figura 2 – Formas e contornos da paisagem da APA do rio Curu-CE-Brasil



fonte: Modificada de Vidal (2014).

As atividades das ações antrópicas se apresentam na paisagem pelo delineamento geométrico de seus contornos; assim, toma-se o aspecto da direção (distribuição dos contornos de acordo com um dado sistema de linhas e traçados, distância entre os contornos, comprimento, sinuosidade e extensão). Na Figura 2, os traçados e as formas geométricas indicam atividades específicas e podem ser expressas por formas:

- alongadas: obedecem à direção preferencial dos ventos ou à ação dos cursos d'água, representadas em (a) praia e pós-praia, (b) dunas móveis, (c) dunas fixas, (d) planície fluviomarinha e (e) rio.
- curvilíneas: áreas curvilíneas onde predominam ações e interações entre os cursos d'água na composição dos contornos; exemplificam-nas (f) terraço fluvial e (g) depressão interdunar.

- c. geométricas: áreas com desenho geométrico indicando as ações humanas que modificam os contornos da paisagem. Prevaecem as formas poligonais dos tanques de carcinicultura e formas de elaboradas pela agricultura e área urbana. Em (h) área urbana, em (i) planície fluvial com carcinicultura em (j) planície fluvial com agropecuária e em (l) o tabuleiro com agropecuária.

As características próprias da estrutura em mosaico composto no litoral pesquisado, a exemplo dos diferentes tamanhos, extensões e formas observadas, marcam as unidades de paisagem e refletem os efeitos morfológicos das ações antrópicas que estão relacionadas com os diferentes usos e tipos de ocupações do solo.

Enfoques da estrutura funcional da paisagem e suas relações laterais

Como funcionamento, entende-se os processos estáveis que ocorrem sequencialmente e atuam permanentemente na paisagem. Estes mantêm o regime de funcionamento a partir da emissão, transmissão e acumulação de matéria e energia. A estrutura funcional caracteriza-se pela interação entre os elementos espaciais que se interligam pelos geofluxos ou por relações laterais. Para entender as relações laterais, note-se que o pleno funcionamento da paisagem exige diferentes quantidades de matéria e energia que circulam no sistema, ora armazenadas ou retidas temporariamente, ora disponibilizadas para a estruturação horizontal ou vertical.

Redes e canais executam a integração entre as paisagens, por vias de transmissão dos fluxos de matéria, energia e informação; as trocas de energia e substâncias acontecem regularmente e estabelecem as relações laterais (geofluxos). Na área de estudo, os principais geofluxos que potencializam e dinamizam o sistema são:

- hídrico-litorâneo: originado pela ação das ondas, correntes e variação das marés na linha da costa, responsável pelo transporte de sedimentos e nutrientes provenientes dos ambientes lacustre e fluviomarinhas;
- hídrico-estuarino: interação entre a água doce proveniente do rio e a água salgada advinda do mar, influenciada pela variação diária das marés;
- litorâneo-eólico: atua pela intensificação da arrebentação das ondas, no transporte de sedimentos para a formação das dunas e em seu avanço sobre outras unidades da paisagem;
- hídrico-fluvial: fluxo de água, nutrientes e sedimentos transportados pela ação fluvial do continente para mar litorâneo;
- hídrico-subterrâneo: relativo ao potencial associado aos aquíferos de dunas e barreiras, presente nas bordas estuarinas, atuando de modo a fornecer água doce ao sistema;
- gravitacional: desprendimentos de materiais dos relevos mais elevados, a exemplo de encostas, que se direcionam aos níveis de base, favorecem a emissão de sedimentos das falésias e tabuleiros para as áreas mais rebaixadas do sistema, como planícies, lagoas e faixa de praia.

Outro fator importante para a discussão sobre a estrutura funcional são as funções que o sistema desempenha. As unidades funcionais da APA do estuário do rio Curu compõem um complexo processo de inter-relação, constituídas por uma base expressa principalmente pelo ciclo dos sedimentos arenosos, transportados entre o mar e o continente. Define-se como funções importantes para o sistema:

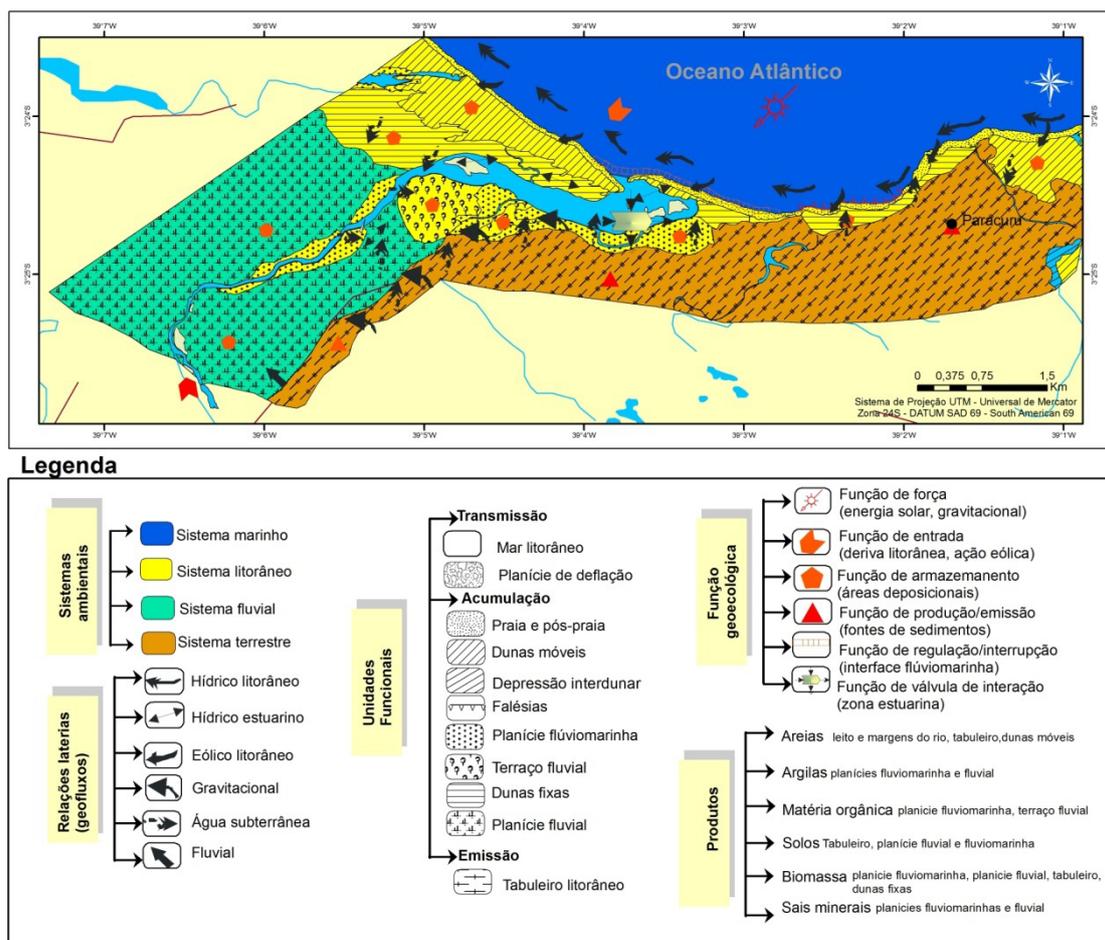
- função de acumulação: armazenam, absorvem, filtram e amortizam os fluxos transmitidos concentrada ou seletivamente por canais fluviais ou áreas de deflação;
- função de emissão: emitem e garantem o fluxo de matéria e energia para o resto das áreas; em geral, encontram-se em níveis mais elevados, como o tabuleiro litorâneo;
- função de transmissão: dinamizam as relações por meio do transporte de sedimentos, sais, nutrientes e fluxos d'água controlando a dinâmica e a evolução.

O mapa de funcionamento da paisagem litorânea da APA do estuário do rio Curu, suas relações laterais, as funções que desempenham no sistema e os produtos estão representados na Figura 3.

A partir da dinâmica e funcionamento ocorre a geração de produtos definidos como novas substâncias sintetizadas ou formações sinérgicas, elementos e componentes que se reproduzem permanentemente no sistema, gerando produtos. Como produtos tem-se as novas substâncias sintetizadas a partir das interações sistêmicas; cada paisagem caracteriza-se por produzir diferentes produtos. Como exemplo destes produtos, gerados nas paisagens da APA do estuário do rio Curu, tem-se resultantes como: sedimentos eólicos, areias e argilas, matéria orgânica, sais minerais e nutrientes, água doce e salobra etc.

Toda paisagem desenvolve um conjunto de funções geológicas advindas das relações genéticas entre seus elementos estruturais, ou seja, a gênese da paisagem é condicionada aos tipos de processo e aos componentes geoambientais mais atuantes; assim, os padrões espaciais, as formas dos contornos, os geofluxos e os produtos são resultantes de todas as relações estabelecidas pelas funções geológicas que mantêm as bases da composição da estrutura e do funcionamento. Como determinação das principais funções sistêmicas atuantes na APA do estuário do rio Curu, têm-se:

Figura 3 – Estrutura funcional das unidades geocológicas da APA do estuário do rio Curu



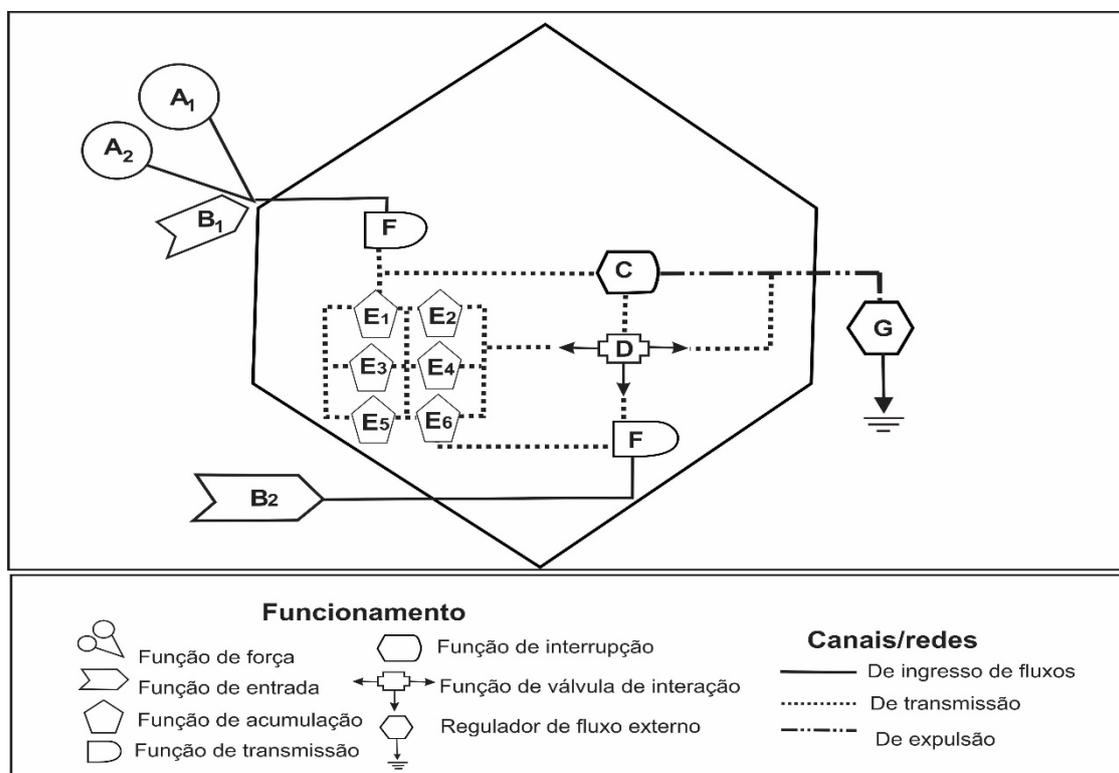
fonte: Modificado de Vidal (2014).

- função de força: garante o movimento do sistema, caracterizada pela entrada e saída dos fluxos de EMI, sendo a atmosfera e a litosfera as fontes fundamentais desse processo;
- função de entrada: constituem as vias de ingresso (entradas) dos fluxos de EMI, utilizadas pelo sistema como ventos, marés, ondas e chuvas, trazidas pelas ações do vento, animais, fluxos das águas etc.; outra forma de entrada pode ser considerada aquela de origem cultural/tecnológica, a exemplo dos combustíveis, matérias e serviços na cidade;
- função de armazenamento: é determinada pela estrutura espacial do sistema, em que se acumulam, armazenam, absorvem e filtram os fluxos de EMI; por exemplo, recursos como biomassa florestal, solo, matéria orgânica, águas, areias/dunas, nutrientes/sedimentos etc.;
- função de produção: é também denominada “emissor”, pois consiste em receber, absorver, consumir e transportar os fluxos de EMI no sistema, tendo, assim, grande influência no controle do sistema;

- função de regulação: caracteriza-se por válvulas de saída e entrada regulando os fluxos e garantindo a exclusão dos produtos evacuados pelo sistema; reflete no controle e atenua as inundações ao mesmo tempo em que recicla substâncias tóxicas, regula a salinidade, mantendo a diversidade; geralmente é representada como um fator limitante;
- função de interação: representa os processos que combinam diferentes tipos de fluxo de energia e de materiais, onde os fluxos interagem e influem nas direções diferentes da EMI dentro do sistema.

O modelo teórico de funcionamento para o sistema litorâneo da APA em estudo representa a complexidade de relações posta nessa paisagem (Figura 4).

Figura 4 – Modelo teórico de funcionamento da paisagem



fonte: Vidal (2014).

O fluxo de matéria e energia dentro do sistema processa-se pelos canais de comunicação denominados geofluxos, e, na maioria das vezes, suas funcionalidades são tão complexas que não se consegue traçá-las ao certo – algumas parcelas desses fluxos ficam armazenadas em diversos setores do sistema, enquanto outras vão se transformando em reservas de funcionamento.

Importa pensar que as massas de água, os sedimentos e nutrientes circulam num sistema aberto e devem ser considerados parte de um sistema maior, que extrapola muito a área do estuário, sendo muito complexo determinar ou estimar valores reais de algumas dessas variáveis.

A partir do modelo teórico exposto na Figura 4, pode-se inferir que ele constitui um sistema aberto (Sarabia, 1995; Christofolletti, 1999) que recebe duas fontes principais de energia: exterior e interior. A primeira advém do sistema solar e do núcleo da terra,

representado pela *função de força* A1 e A2; a segunda fonte de energia é a *função de entrada*, dois canais principais: o mar e o rio (B1 e B2). As correntes marinhas, ondas, marés e ventos, nutrientes e águas dinamizam o sistema e se denominam *válvula de interação* em (D). A interação é regulada (quantidades de sais minerais, águas, nutrientes, sedimentos etc.) pela *função de interrupção* representada em (C) e esta função está direcionando o sistema estuarino a evoluir para um sistema estuarino-lagunar.

Na sequência, os sucessivos fluxos de entrada de matéria e energia seguem caminhos pela *função de transmissão/produção* (F), indo compor as reservas do sistema, sobretudo nas formas do tabuleiro e da superfície de deflação, tendo este a *função de acumulação*, composto por (E1; E2; E3; E4; E5 e E6), onde as entradas de matéria são acumuladas nas formas do pós-praia, dunas, terraços e planícies. As formas acumulativas se relacionam diretamente com outras áreas por meio da função de transmissão, que tem nos *canais ou redes* os caminhos da matéria e energia percorridos no sistema até sua saída pelo *regulador de fluxo externo* em (G).

Observaram-se, assim, versões que abrangeram as propriedades funcionais mais importantes do sistema das paisagens em análise. Constatando-se o pleno funcionamento sistêmico de trocas de matéria, energia e substâncias que caracterizam a dinâmica do estuário em questão.

Considerações finais

A Geoecologia das Paisagens permite associar as métricas da paisagem para conhecer a gênese e os processos no espaço-tempo com distinção das tipologias da paisagem: difusa, em faixas, indeterminadas, alternadas, concêntricas ou em mosaico. Estas revelam as forças das interconexões telúricas sobre as formas e as estruturas da paisagem.

O estudo demonstrou que a estrutura da paisagem da APA do estuário do rio Curu é composta por uma tipologia disposta em mosaico, moldada sobretudo pela influência de fatores advindos da interface terra-mar com ações das correntes litorâneas, refração de onda, realimentação de praia, transporte eólico e trabalho fluvial.

As unidades funcionais compõem a paisagem como um sistema dinamizado por processos de emissão, transmissão e acumulação. Essas unidades funcionais são dinamizadas em função dos fluxos mostrados nos processos gravitacional, litorâneo, estuarino, hídrico e eólico, revelando um sistema aberto de trocas de matéria, energia e substâncias.

A estrutura e o funcionamento da paisagem em tela se mostram bem definidos, expressos por formas, padrões e contornos que geram e transportam fluxos de energia e informação, constituindo-se como fontes emissoras e difusoras de geofluxos.

Assim, o conhecimento e o estudo da estrutura e do funcionamento das paisagens podem ajudar na elaboração de desenhos ou modelos de gestão e desenvolvimento dos territórios. Os procedimentos de análise dos enfoques estruturais e funcionais podem ser replicados em outras áreas, uma vez que as regularidades das estruturas funcionais das paisagens têm caráter universal, embora devam ser adequadas às escalas, regionais ou locais condizentes com o estudo ou a pesquisa a que servem.

Por fim, a geoecologia tem relação estreita com os sistemas geoinformativos, que permitem estabelecer a métrica da estrutura geoecológica com elementos gráficos e cores. O uso

de sistemas geoinformativos leva a entender o arranjo dos processos e fluxos que dinamizam as formas e os contornos dentro de um modelo de representação espacial, considerando os padrões dos mecanismos estruturais e funcionais da paisagem litorânea.

Referências

- BESSE, J. M. **Ver a terra:** seis ensaios sobre a paisagem e a geografia. Trad. Vladimir Bartalini. São Paulo: Perspectiva, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Blücher, 1999.
- CLAUDINO-SALES, V.; CARVALHO, A. M. Dinâmica costeira controlada por promontórios no estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 579-595, 2014. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7317/6761>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- DANTAS, E. W. C. La maritimité sous les Tropiques: les contributions d'une étude réalisée à Fortaleza (Ceará), **Confins**, v. 20, 2014. doi: <https://doi.org/10.4000/confins.8889>.
- DARDEL, E. **O homem e a terra:** natureza da realidade geográfica. Trad. Werther Holzer. São Paulo: Perspectiva, 2011.
- GOMES, P. C. C. **Geografia e modernidade.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- LE FLOCH, S. Bilan des définitions et méthodes d'évaluation du paysage. **Ingénieries – Eau – Agriculture – Territoires**, n. 5, p. 23-31, 1996. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00476063/document>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- MEIRELES, A. J. A.; CASSOLA, R. S.; TUPINAMBÁ, S. V.; QUEIROS, L. Q. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, Nordeste do Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 83-106, 2007. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/48>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- MEIRELES, A. J. A.; ARRUDA, M. G. C.; GORAYEB, A.; THIERS, P. R. L. Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense. **Mercator**, Fortaleza, v. 4, n. 8, v. 4, p. 109-134, 2005.
- NASCIMENTO JUNIOR, D. R.; TOSSI, L. N. C.; OLIVEIRA, V. F.; LUCENA, B. B. Morfodinâmica, transporte e proveniência do sistema praia: duna frontal recente entre Itarema e Camocim, litoral oeste do Ceará. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 8, n. 1, p. 24-45, 2017.
- RODRÍGUEZ, J. M. M. La concepcion sobre los paisajes vista desde la Geografia. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 24, n. 1, p. 1-26, 2006. doi: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v24i1.12492>.
- RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma visão Geossistêmica. **Mercator**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 95-112, 2002. doi: <https://doi.org/10.4215/rm.v1i1.198>.

- RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Ed. UFC, 2004.
- RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; VICENS, R. S. O legado de Sochava. **GEOgraphia**, v. 17, n. 33, 2015. doi: 10.22409/GEOgraphia2015.v17i33.a13704.
- ROUGERIE, G.; BEROUTCHATCHVILI, N. **Geossystemes et paysages**. Paris: Colin, 1991.
- SARABIA, A. **La teoria general de sistemas**. Madri: Isdefe, 1995.
- SOARES, F.M. Evolução das paisagens naturais do estado do Ceará – Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 28, n. 1, p. 63-80, 2008. doi: <https://doi.org/10.5216/bgg.v28i1.4901>.
- SOTCHAVA, V. B. **Introdução à teoria dos geossistemas**. Novosibirsk, RU: Nauka, 1978.
- SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo: IG-USP, 1977. (Coleção Método em Questão, 16.)
- VASCONCELOS, F. P.; CORIOLANO, L. N. M. T. Impactos sócio-ambientais no litoral: um foco no turismo e na gestão integrada da zona costeira no estado do Ceará/Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 259-275, 2008. doi: <https://doi.org/10.5894/rgcil34>.
- VIDAL, M. R. **Geocologia das paisagens: fundamentos e aplicabilidades para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará-Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- VIDAL, M. R.; SILVA, E. V.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; MASCARENHAS, A. L. S. Aplicação do enfoque funcional na interpretação geoecológica das paisagens. In: SILVA, C. N.; SILVA, J. M. P.; CHARGAS, C. A. N. (Org.). **Geografia na Amazônia paraense: análise do espaço geográfico**. Belém, PA: GAPTA/UFPA, 2014a. p. 149-170.
- VIDAL, M. R.; SILVA, E. V.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; MASCARENHAS, A. L. S. Análise de modelos funcionais em paisagens litorâneas. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, Belém, v. 1, n. 1, p. 103-116, 2014b. doi: <http://dx.doi.org/10.17553/2359-0831/ihgp.n1v1p107-122>.