

## ***As vulnerabilidades do geossistema paleodunar do médio Rio São Francisco (BA) uma proposta de conservação***

O presente artigo busca demonstrar os níveis de vulnerabilidades existentes no sistema ambiental em tese, visando apresentar propostas de conservação para esta ecorregião. Apesar de a área investigada situar-se na Área de Proteção Ambiental - APA Dunas e Veredas do Médio Rio São Francisco, o processo de ocupação e uso dos solos e a retirada da vegetação nativa, têm causado impactos de dimensões variáveis. Nesse sentido, o referido ecossistema apresenta grande risco de destruição progressiva, estando sujeito a diversos impactos por conta do uso inadequado dos pequenos vales que cruzam as paleodunas, das trilhas anastomosadas feitas por animais, da retirada de areias dunares e da destruição da vegetação nativa – a caatinga –. O referido ecossistema é testemunho fundamental para comprovações de paleoclimas e paleoventos pretéritos, bem como, é um laboratório natural para pesquisas que envolvam aspectos socioambientais e paleogeográficos. É primordial sua conservação, levando em consideração que à gênese e evolução dos depósitos arenosos nessa região, estão intrinsecamente ligadas as mudanças climáticas e ambientais ocorridas durante o Quaternário do Nordeste brasileiro, tomando como evidência suas características ambientais e disposição morfológicas encontradas no presente. Portanto, os resultados encontrados indicam a urgência na efetivação de políticas públicas estruturais e conservacionistas, focadas no princípio da sustentabilidade socioambiental e pautadas na essencialidade científica dos registros paleohistóricos e ambientais.

**Palavras-chave:** Fragilidade Ambiental; Degradação; Intervenção.

## ***The vulnerabilities of the paleodunar geosystem of the middle São Francisco River (BA) a conservation proposal***

This article seeks to demonstrate the levels of existing vulnerabilities in environmental system in theory, aiming to present proposals for conservation of this ecoregion. Although the area investigated lie in the Environmental Protection Area - APA Dunes and Veredas of the Middle River São Francisco, the process of occupation and land use and the removal of native vegetation, have caused impacts of variable dimensions. In this sense, that ecosystem presents great risk of progressive destruction, subject to various impacts due to the inappropriate use of small valleys that cross the paleodunes, anatomizing the tracks made by animals, the withdrawal of dune sands and destruction of native vegetation - a savanna - . That ecosystem is key testimony for evidence of past climates and past tenses paleoventos as well, it is a natural laboratory for research involving social, environmental and paleogeographic aspects. It is essential conservation, taking into account that the genesis and evolution of sandy deposits in this region, are intrinsically linked to climatic and environmental changes during the Quaternary of northeastern Brazil, taking as evidence their environmental characteristics and morphological layout found in the present. Therefore, the results indicate the urgency in the execution of structural and conservation policies, focused on the principle of environmental sustainability and guided by the scientific essentiality of paleohistóricos and ambientais records.

**Keywords:** Environmental Fragility; Degradation; Intervention.

Topic: **Conservação da Biodiversidade**

Received: **14/01/2016**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Approved: **10/04/2016**

**Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco**  
Universidade Católica de Santa Fé, Argentina  
<http://lattes.cnpq.br/6358715394273386>  
[clecia.pacheco@gmail.com](mailto:clecia.pacheco@gmail.com)

**Niédjá Maria Galvão Araújo e Oliveira**  
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3927952871639072>  
[noliveira825@gmail.com](mailto:noliveira825@gmail.com)



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2016.002.0004

Referencing this:

PACHECO, C. S. G. R.; OLIVEIRA, N. M. G. A.. As vulnerabilidades do geossistema paleodunar do médio Rio São Francisco (BA) uma proposta de conservação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.7, n.2, p.45-60, 2016. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2016.002.0004>

## INTRODUÇÃO

O caráter dinâmico do planeta é resultado de uma intensa e constante relação entre os processos de cunho naturais e antrópicos. Evidentemente, algumas modificações no ambiente são identificadas com maior facilidade que outras. Este fato se dá, principalmente, pela escala temporal na qual ocorrem os processos naturais em período mais longo (tempo geológico) e, na maioria das situações, as alterações empreendidas abarcam uma área muito grande. Já as modificações feitas pelo homem, ocorrem mais rapidamente (tempo histórico) e, portanto, são mais visivelmente percebidas.

Nesse sentido, a conservação de paleoambientes é de primordial relevância levando-se em consideração os aspectos intrínsecos aos mesmos relacionados a antigos climas e ventos que genericamente circunscreveram essa paisagem. Além disso, a análise de um paleoambiente pode desvendar o grau de riquezas existentes *in loco* e, ao mesmo tempo apontar o grau de fragilidade do mesmo em relação à dinâmica antropogênica na área. Sendo assim, este estudo se constitui em um grande indicador da real situação do paleoambiente dunar em destaque.

A área foco dessa pesquisa está situada às margens do rio São Francisco, conhecido como rio da integração nacional. Abrangendo vasta área dunar nos municípios baianos de Remanso, Pilão Arcado, Xique Xique e Barra descrevendo um legado de climas antigos e mais áridos que o atual. Esse tipo de duna geralmente manifesta estruturas originais parcialmente modeladas pelo intemperismo e erosão pluvial e fluvial e, são encontradas em diversas partes do mundo, em desertos atuais ou nas suas adjacências e, fornecem dados relacionados a climas e ventos pretéritos (MELTON, 1940; LOWE; WALKER, 1997).

Sendo assim, esta ecorregião tem sua história ligada à questão da variabilidade climática pretérita, que resultou nas feições ora existentes. O bioma caatinga, único no Brasil e típico do Sertão Semiárido, é o mais negligenciado dos biomas brasileiros, nos diferentes aspectos, embora bastante ameaçado por conta das ações antropogênicas existentes durante anos, onde o uso e ocupação do solo são geralmente feitos de maneira inadequada e insustentável. (VELLOSO; SAMPAIO; PERENY, 2002).

Portanto, o presente artigo aborda sobre a vulnerabilidade e a sustentabilidade no referido paleoambiente, apontando as bases para uma proposta de conservação do mesmo. Nessa perspectiva, buscou-se traçar uma proposta efetiva de preservação com aplicabilidade viável, visando defender as fronteiras agredidas pela ação antropogênica local/regional, partindo toda análise realizada, dos pressupostos teóricos do método ecodinâmico de Tricart (1977) e, do método GTP (Geossistema-Território-Paisagem) preconizado por Bertrand (1997).

## REVISÃO DE LITERATURA

### Aspectos Gerais das Paleodunas

No Brasil, os depósitos eólicos ativos, podem ser classificados em dois tipos: o primeiro denominado por Giannini et al. (2005) de dunas livres e lençóis de areia e o segundo, denominado de dunas semifixas ou vegetadas. Os campos de dunas livres consistem em grandes massas individuais de areais em movimentos e,

os lençóis de areia, são massas eólicas em movimento, sem superimposição de dunas e com relevos negligenciáveis. As dunas semifixas, são aquelas exclusivas de áreas costeiras.

Entretanto, é válido enfatizar que no Brasil existem cerca de três áreas geográficas com dunas eólicas interiores, destacadas por Giannini et al. (2005) que tem sido alvo de várias pesquisas. Estas dunas situam-se exatamente nas seguintes áreas: baixo Rio Negro (AM), Pantanal (MS) e, no médio rio São Francisco (BA), sendo esta última, foco dessa investigação.

Partindo dessas premissas, o campo dunário em tese possui cerca de 36.170 km<sup>2</sup> e situam-se na Ecorregião Dunas do São Francisco, localizados na parte centro-oeste do bioma, circundado pela Depressão Sertaneja Meridional. As primeiras validações paleoclimáticas sobre a área em estudo foram de Domingues (1948) que imputou à fase de acentuada aridez durante o último período glacial<sup>1</sup> do Hemisfério Norte. Na concepção deste autor, o rio São Francisco no Pleistoceno<sup>2</sup>, teria assumido caráter senil<sup>3</sup>, apresentando sedimentação intensiva, com curso divagante devido à sua capacidade de transporte que se apresentava insuficiente para transportar toda a sua carga sedimentar.

Posteriormente, King (1956) apontou que as areias eólicas do médio rio São Francisco seriam resultantes do ciclo erosivo posterior às Superfícies Velhas, que teria originado o aplainamento Pliocênico-pleistocênico. Este autor admitiu que o canal principal do rio seguia para NW (Noroeste) e desembocava no rio Tocantins, mas, por captura fluvial<sup>4</sup>, teria chegado à posição atual.

Este campo de dunas inativas foi interpretado também como evidência geomorfológica de clima pretérito mais seco que o atual que, segundo Tricart (1974), teria existido durante o Último Máximo Glacial (UMG) iniciado há cerca de 17.500 anos. Na época existiria uma drenagem endorréica, que terminava num lago e a atual característica exorréica teria sido adquirida no fim da última glaciação há cerca de 12.000 anos A. P.

Baseado na interpretação de Tricart (1977) e de Goudie (1983) inclui-se o campo de dunas em tese numa distribuição mundial de áreas submetidas a atividades eólicas durante o último máximo glacial. Corroborando com Tricart, Schobbenhaus et al. (1984) admitiram ser este o “único exemplo de formações dunares de ambiente desértico quaternário no Brasil”.

Entretanto, a área pesquisada contempla dunas longitudinais<sup>5</sup> e parabólicas<sup>6</sup>, que chegam a atingir 50 m de altura, e estudos apontam que as mesmas teriam sido depositadas por ventos de SE (Sudeste) e E (Leste) (COSTA, 1984). As areias deste campo de dunas seriam provenientes do rio São Francisco e da Serra

<sup>1</sup> Denominada de “Era do Gelo”, que ocorreu há cerca de 18 000 anos antes do presente (A. P.).

<sup>2</sup> Período que segue ao Plioceno e marca o início do Quaternário. Durou aproximadamente, cerca de um milhão de anos. Nesse período apareceu a maioria das espécies atuais. Corresponde ao *paleolítico* dos arqueologistas. O Pleistoceno é também chamado época glacial ou recente, ou ainda quaternário antigo ou diluviano.

<sup>3</sup> Segundo o geógrafo Davis, forma – que está no estado final da sua evolução (ciclo de erosão) e representa formas onde domina a sedimentação. (GUERRA, 1989).

<sup>4</sup> De acordo com Guerra (1989) a captura de um rio constitui um fenômeno de perda para o rio e, um acréscimo ao capturar. São fenômenos naturais e não de uma curiosidade geológica ou geomorfológica, como pode parecer.

<sup>5</sup> Duna que forma uma crista de areia extensa e longitudinal à direção predominante do vento com relevos fortes dos dois lados (GUERRA, 1989).

<sup>6</sup> Tem formato de U, mas difere das demais porque sua crista aponta para cima, com braços alongados que se estendem para traz e, normalmente têm apoio de vegetação. (GUERRA, 1989).

do Estreito<sup>7</sup> que, como barreira topográfica, limitou a expansão do campo para W (Oeste). Segundo estudos de Costa (1994), do final do último estágio glacial do hemisfério norte, teria ocorrido uma umidificação do clima, propiciando a alteração da drenagem do rio de endorréica para exorréica. Deste modo, as dunas teriam sido trabalhadas pela vegetação, ficando assim estabilizadas, porém possuindo equilíbrio muito frágil.

Diferentemente da ideia de Costa (1984) Barreto e Suguio (1993) e Barreto (1996), obtiveram dados sedimentológicos<sup>8</sup>, indicando que o Rio São Francisco teria sido praticamente a única fonte de areias para o campo de dunas. Estes autores compararam a carga sedimentar atual transportada pelo rio com o volume estimado de areia eólica existente entre Barra e Pilão Arcado e concluíram que seriam necessários, no mínimo, 100.000 anos para que toda a areia fosse acumulada na área. Segundo estes autores, o retrabalhamento de dunas nos últimos 30.000 anos parece ter sido mais intenso no Holoceno que no Pleistoceno Tardio e, além disso, a grande espessura de areias eólicas sugere que eventos semelhantes remontem ao início do Quaternário ou, até mesmo, ao Terciário Tardio na área em questão (BARRETO; SUGUIO, 1993).

Estudos de Diniz e Lima (2008) a partir de análise dos perfis das sondagens elétricas e das características topográficas apontam que o embasamento das dunas chega até 140 m abaixo do nível de base atual do Rio São Francisco, com 50 a 150 m de espessura de areia eólica. Assim sendo, teríamos um aquífero de boa expressão, representando um volume aproximado de sedimentos arenosos de 100 km (comprimento estimado da ocorrência das dunas) x 70 km (largura média) x 70 m (espessura média estimada), ou 490.000.000.000 m<sup>3</sup>.

Por fim, análises palinológicas apontam que, no Pleistoceno Tardio, ocorreu grande expansão de florestas pluviais de afinidades Atlântica e Amazônica, que invadiram o Vale do rio Icatu, podendo estas nuances explicar a afinidade botânica dos atuais enclaves de floresta pluvial no domínio climático da caatinga nordestina (OLIVEIRA et al., 1999).

### **As Vulnerabilidades dos Campos Paleodunares**

O espaço geográfico sendo palco do ecossistema dunar sofre profundas alterações em virtude das derivações antropogênicas, isto é, diferentes graus de derivação dos sistemas naturais, sob o impacto humano, proporcionando transformações muitas vezes irreversíveis. Geralmente, as áreas costeiras, sejam marítimas ou fluviais, encontram-se numa fase de degradação e fragilidade em que as pressões exercidas sobre os seus *habitats*, requerem com certa urgência a aplicação de estratégias integradas de manejo para enfrentar problemas cada vez mais complexos.

---

<sup>7</sup> Fica no Município de Buritirama e Barra (BA), nas coordenadas geográficas de 10°37'29"S e 43°23'20"W, possuindo cerca de 120 km de extensão no sentido norte-sul e altitude em torno de 870 metros.

<sup>8</sup> O termo deriva de sedimentologia, que estuda os sedimentos e os ambientes de sedimentação das *fáceis*. Isto significa em considerar os caracteres litológicos e também paleontológicos.

Dentre os vários fatores condicionantes à formação de ambientes e paleoambientes dunares destacam-se elementos contribuintes do processo de vulnerabilidade dunar que se associam tanto a fatores de caráter antrópico quanto aos relacionados com a dinâmica dos elementos costeiros atuantes no local.

Em se tratando dessa dinâmica é válido enfatizar a presença da vegetação e seu estado de danificação, a presença ou ausência de areias eólicas e/ou fluviais na composição dunar, a velocidade e direção dos ventos influenciando processos de acreção<sup>9</sup> e erosão dunar, a variação sazonal das chuvas, além de derivações antropogênicas com o avanço de práticas agrícolas, trânsito de veículos, edificações sobre a linha de costa fluvial e na zona de acumulação de areais, dentre outros.

Além disso, no que diz respeito às interferências sobre o processo de evolução natural do relevo, a ocupação indevida das encostas, sobretudo para o desempenho da agropecuária, aumenta o regime de sedimentação na calha fluvial, como consequência da erosão. É pertinente destacar que a modificação da cobertura vegetal interfere sobre o valor econômico da água e diretamente sobre o processo de formação dos solos, sendo estas, algumas das consequências capazes de gerar perdas naturais e socioeconômicas por meio da intensificação ou progressão da morfogênese (TRICART, 1977).

Especificamente no caso dessa investigação, a paisagem costeira fluvial (figura 1), é constituída por diversos ecossistemas frágeis e pouco consolidado possuindo uma rara beleza e extrema relevância para o equilíbrio natural do referido geossistema, onde inúmeros processos erosivos e de deposição atuam sobre ela cotidianamente, caracterizando, desta forma, um ambiente altamente dinâmico e peculiar.



**Figura 1:** Campo paleodunar às margens do rio São Francisco/BA.

Apesar da beleza natural, a interdependência de vários ecossistemas dentro dessa ecorregião, é de inestimável valor e relevante importância ambiental, em face de sua elevada produtividade biológica e excepcional estado de preservação das características de climas pretéritos, requerendo assim, um gerenciamento que leve em consideração estes múltiplos componentes da paisagem flúvio-costeira.

<sup>9</sup> O processo de acreção é uma acumulação de matéria na superfície, proveniente do meio circundante, ou seja, no caso dos campos de dunas o processo de acreção é o ganho ou acúmulo de sedimentos trazidos do entorno das mesmas por meio do transporte eólico.

Desta forma, Ross (1994) enfatiza que “os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem a intervenção das ações humanas”. Também evidencia que os ambientes naturais apresentam maior ou menor fragilidade frente às intervenções antrópicas, em função de suas características genéticas. Porém isso não quer dizer, que a ação antrópica sobre o meio ambiente natural não seja significativa e, não provoque desequilíbrio, mas que, a própria natureza possui sua dinâmica de resiliência.

No caso das paleodunas do médio rio São Francisco, atualmente legalizada pelo Governo do Estado da Bahia por meio do Decreto n. 6.547 de 18 de julho de 1997, como sendo uma Área de Preservação Ambiental (APA), estas também possui seu sistema de resiliência, no entanto, este necessita estar em consonância com a sua dinâmica externa, pois não adianta o próprio sistema natural se autorrefazer, se ao mesmo tempo as ações antropogênicas o afetam direta e indiretamente, diminuindo assim, o seu poder natural de se restituir.



**Figura 2:** Imagem frontal do campo dunar. **Fonte:** PACHECO (2013).

A decisão de criação da referida APA, se deu por considerar a singularidade das formações geológicas de dunas e veredas do Baixo-Médio São Francisco, como ocorrência única no Nordeste brasileiro, por considerar que suas características naturais, de excepcional cenário, são de extremo valor para o desenvolvimento do turismo ecológico dessa região e, por considerar a singularidade dos seus atributos bióticos, com as ocorrências de espécies diferenciadas de fauna e flora, com uma riqueza ímpar.

A origem das referidas dunas ainda é fato bastante discutido no meio científico. Entretanto, alguns pesquisadores acreditam que as mesmas foram criadas pelo próprio rio São Francisco que a partir da escavação do seu leito criou os referidos sedimentos (areias) que foram se acumulando e sendo transportados pelos ventos de SE-E. No entanto, de acordo com Velloso, Sampaio e Pereny (2002), as referidas dunas foram formadas pelos ventos de Sudeste, que movimentou os sedimentos arenosos para as referidas áreas dunares, partindo do estuário e, de areias quartzosas distróficas depositadas nas praias naturais do referido rio, em seus meandros, transportadas por ventos constantes.

Um fator relevante a destacar é a temperatura alta dos solos na ecorregião, mas não há grande diferença de temperatura ambiente entre o dia e a noite no geossistema dunar. Na parte mais baixa (parte central da ecorregião) na área interdunar, são encontrados os Tabuleiros de Remanso, de relevo muito plano (figura 3), apresentando inundações periódicas. Nessa ecorregião é comum encontrar a vegetação de caatinga, agrupadas em moitas densas com predomínio arbustivo, sendo que nas áreas dos tabuleiros é mais comum encontrar uma caatinga mais esparsa.



**Figura 3:** Áreas interdunares e tabuleiros planos. **Fonte:** PACHECO (2013).

No entanto, os arredores das áreas dunares são permeados por um contingente significativo de população, que compõem vários Municípios, como Xique Xique, Barra, Pilão Arcado, entre outros, conforme se demonstra um conjunto de casas (figura 4) sumariamente construídas na base da montanha de areia, no município baiano de Barra/BA.



**Figura 4:** Povoamento no sopé dos campos de dunas no município de Barra/BA.

Portando, a convivência existente entre a população residente nas proximidades e os campos paleodunares, implica significativamente em maior vulnerabilidade da área, já que trânsito de pessoas e

animais provoca diariamente a transformação dessa paisagem natural, berço de sítios arqueológicos importantíssimos para o desvendamento da geografia pretérita da área.

## METODOLOGIA

### Caracterização da Área da Pesquisa

A área pesquisada está situada a noroeste do Estado da Bahia, ao sul do Polígono das Secas, entre as latitudes de 10°00' e 11°00' S e longitudes 42°30' e 43°20' W conforme mapa abaixo (figura 5). Estendem-se pelos Municípios de Remanso, Pilão Arcado, Xique Xique e Barra no Estado da Bahia, embora esse estudo delimite-se apenas aos dois últimos municípios.

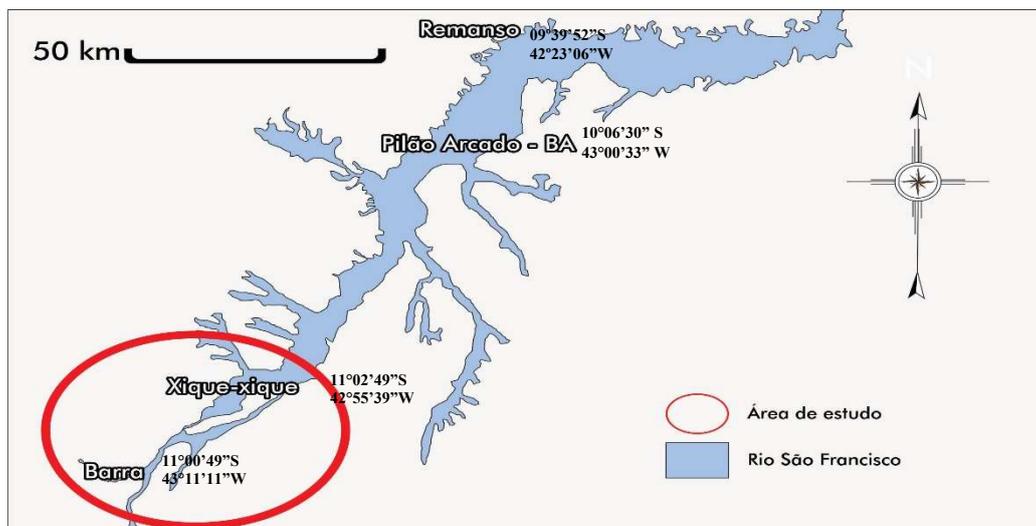


Figura 5: Mapa físico da área da pesquisa. Fonte: PACHECO, (2013).

Com cerca de 36.170 km<sup>2</sup>, situam-se na Ecorregião Dunas do São Francisco, localizados na parte centro-oeste do bioma, circundado pela Depressão Sertaneja Meridional. O limite diagonal sul é definido pelo rio São Francisco e pela Serra do Estreito (sudoeste), com solo composto por areias quartzosas (dunas), conectadas por solos arenosos e profundos sem dunas e, por latossolos na parte oeste. Nas depressões interdunares é comum encontrar veredas com características hídricas mais favoráveis, sendo que, as precipitações ocorrem de outubro a abril, com média anual que não ultrapassa 800 mm. (VELLOSO; SAMPAIO; PERENY, 2002).

A área pesquisada possui clima tropical semiárido quente, segundo classificação de Köppen (BswH), com 7 a 8 meses de seca. A vegetação por sua vez é do tipo xerófila, se caracterizando em hiperxerófila (arbustivo-herbácea) e hopoxerófila (arbórea) de acordo com Jacomine et al., (1976). Geologicamente, está situado na Depressão Periférica do Médio rio São Francisco e, localizada às margens do rio supracitado, apresentando cinco domínios geomorfológicos segundo Barreto (1996), a saber: fluvial, lençóis de areias, dunas com morfologia nítida, dunas com morfologia nítida e tênue e, dunas dissipadas.

### O Método Ecodinâmico e sua Relevância para esta Pesquisa

A abordagem ecodinâmica<sup>10</sup> proposta por Tricart (1977) representa uma relevante viabilidade de aplicação do método sistêmico para o estudo da dinâmica das paisagens físicas, assinalando a importância dos geógrafos franceses do pós-guerra na elaboração de uma geomorfologia de orientação sistêmica. Tal metodologia baseia-se no estudo da dinâmica dos ecótopos<sup>11</sup>, denominados de ecodinâmica.

Para Tricart (1977) “uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses”. Complementa ainda que “o conceito de unidades ecodinâmicas é integrado no conceito de ecossistema. Baseia-se no instrumento lógico de sistema e, enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente”.

Nesse sentido, o método adotado para analisar a ecodinâmica das paleodunas<sup>12</sup>, baseou-se nos fundamentos propostos por Tricart (1977) que permitiu identificar os processos morfodinâmicos responsáveis pela gênese do relevo e quanto à estabilidade ambiental dessa paisagem, esta foi submetida à análise de parâmetros cruciais, como: estrutura superficial do campo dunar, uso do solo, vegetação e processos superficiais. Para cada um desses parâmetros, fez-se a categorização do nível de equilíbrio numericamente definidos de acordo com Tricart como: 1. meios estáveis; 2. meios *intergrades*; e 3. meios fortemente instáveis.

Sendo assim, à degradação antrópica se acrescentam as causas naturais, particularmente eficazes nas regiões acidentadas onde o clima opõe fatores limitantes severos à vegetação. Tais condições ecológicas difíceis tornam a degradação mais fácil, impedindo a reconstituição da vegetação em determinados prazos.

### **O Método GTP e sua Aplicabilidade para esta Pesquisa**

Na década de 1960, o geógrafo francês Georges Bertrand preconizou o conceito de paisagem e de geossistema e, posteriormente, criou o sistema tripolar GTP – Geossistema, Território e Paisagem. Este método de estudo dá à paisagem um caráter cultural, restringindo o mapeamento ao geossistema e ao território. Mediante a dificuldade que a dinâmica existente no meio ambiente apresenta para a compreensão dos seus elementos, o sistema GTP parece ser um método aplicável e eficiente para o planejamento das atividades que visam à preservação, a conservação e a recuperação dos recursos naturais existentes nos ambientes.

A aplicabilidade do sistema GTP como metodologia é reaproximar estes três conceitos para analisar como funciona um determinado espaço geográfico em sua totalidade. Sendo assim, essencialmente, se trata

---

<sup>10</sup> O conceito de ecodinâmica indica um modelo de avaliação integrado das unidades territoriais, com base no balanço pedogênese/morfogênese, propiciando sua classificação quanto aos graus de instabilidade. O conceito assume que as trocas de energia e matéria na natureza se processam em relações de equilíbrio dinâmico. (TRICART, 1977).

<sup>11</sup> Meio ambiente de um ecossistema (TRICART, 1977).

<sup>12</sup> Dunas fósseis, e correspondem a um estágio do processo de evolução da areia solta para a rocha arenito, processo que chega a durar milhares de anos. Ao longo do tempo, a ação de um cimento calcário, proveniente da dissolução dos fragmentos de conchas que compõem a areia, ou argiloso provoca a aglutinação progressiva dos grãos de areia, originando a duna consolidada. (GUERRA, 1989).

de compreender as interações entre elementos constitutivos diferentes para analisar a dialética existente entre a paisagem, o território e o geossistema. A visualização das relações entre os elementos da paisagem deve levar o pesquisador a compreender a dinâmica da área estudada e como ela dialoga com as áreas do seu entorno.

Embasada em tais pressupostos pode-se afirmar que a metodologia do sistema GTP serve não só para a delimitação e representação cartográfica das áreas, mas essencialmente para a detecção dos problemas existentes no local e o grau de responsabilidade da ação antropogênica sobre os mesmos, bem como, o planejamento de estratégias para conter, reverter ou amenizar os impactos já provocados nos ambientes estudados. Assim, utilizou-se tal metodologia por esta vislumbrar a busca do manejo sustentável dos recursos naturais, que busca conduzir as ciências ao entendimento do funcionamento das unidades de paisagem, em seu todo naturalista/social/cultural.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Identificação e Avaliação dos Impactos Socioambientais

Os campos de dunas em tese estão inseridos na Ecorregião Dunas do São Francisco, além de fazerem parte da APA Dunas e Veredas do Baixo-Médio São Francisco, mas apesar dessas condições, as referidas dunas não estão isentas de sofrerem diversos impactos, sejam estes naturais e/ou sociais.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2012) n. 1, de 23 de janeiro de 1986, no seu Art. 1º, considera-se como impacto ambiental:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I. a saúde, a segurança e o bem estar da população; II. as atividades sociais e econômicas; III. a biota; IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V- a qualidade dos recursos ambientais.

Nesse sentido, o impacto socioambiental, se constitui como sendo aquele que leva em consideração todos os atributos acima descritos e, que são praticados pelos seres humanos que habitam os inúmeros ecossistemas, também denominado de impactos antrópicos.

Partindo desses pressupostos, é relevante enfatizar que, no que concerne aos ambientes dunares, Tricart (1977) coloca que estes, somente se formam sobre material arenoso, combinados com uma unidade litológica que oferece condições edáficas específicas para o ecossistema. Se as dunas forem móveis, a areia possivelmente será deslocada pelo vento. Porém, por uma retroação positiva, a ação eólica que movimentam as areias melhora sua classificação granulométrica.

Por outro lado, como consequência da seleção granulométrica e da ausência de partículas limosas, a capacidade de retenção desse material é praticamente nula, provocando uma limitação ecológica bastante severa, onde conseqüentemente, poucas espécies vegetais conseguem viver nessas condições.

Sendo assim, na área da pesquisa, foram identificados diversos impactos, conforme a figura 6 (A, B e C), e estes, serão discutidas a partir da abordagem ecodinâmica de Tricart (1977) que discute a dinâmica da

paisagem a partir da classificação de três estágios: meios estáveis, meios *intergrades* e meios fortemente instáveis.



**Figura 6A – Estável**

**Figura 6B – Intergrade**

**Figura 6C – Instável**

A figura 6A, retrata uma área estável no sistema analisado. De acordo com a concepção de Tricart (1977) os meios considerados morfodinamicamente estáveis se encontram em regiões dotadas de uma série de condições, tais como: cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um controle eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese; apresenta dissecação moderada, sem incisão brusca dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios e vertentes de lenta evolução; e ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis de desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos.

Já a figura 6B, demonstra uma área de transição entre o estável e instável, denominado por Tricart (1977) de intergrade. Observa-se na área ainda a presença da vegetação típica do bioma, no entanto, com existência de habitações que foram construídas quase no sopé do campo dunar e, que dão a este cenário uma dinâmica diferenciada da percebida na área ainda estável. Nessa área percebe-se a construção de estradas e cercas que limitam os territórios nessa pequena área.

Entretanto, as modalidades de interferência morfogênese-pedogênese no ambiente intergrade variam de acordo em função de dois critérios: a) o qualitativo, que leva em consideração a distinção entre os processos morfogênicos que afetam unicamente a superfície do solo e não alteram a sucessão dos horizontes no perfil e, aqueles que agem em relação à espessura do solo ou em uma parte mais importante que venha a perturbar consequentemente a disposição dos horizontes; b) o quantitativo, que considera que quando a instabilidade é fraca, a pedogênese ganha vantagem com toda uma série de termos de transição para os meios estáveis. Mas, se estas vantagens não forem conservadas, a transição poderá ser para os meios instáveis (TRICART, 1977). Portanto, onde a morfogênese e a pedogênese atuam com a mesma intensidade, ocorre geralmente à incidência, tanto de paleodunas, quanto de dunas móveis.

Por fim, a figura 6C retrata uma área fortemente instável, há o predomínio dos processos morfogenéticos frente aos pedogenéticos, seja por causas naturais ou antrópicas. Existem inúmeros processos que colabora para maior idiosincrasia desses meios, sendo que um dos mais relevantes é a vegetação, pois controla por meio de uma influência indireta do clima, sendo a maior instabilidade realizada

nas regiões que apresentam fortes instabilidades climáticas. Nesta ação, parte da vegetação se adapta mal às irregularidades climáticas e as influências bioestáticas são reduzidas ao mínimo.

Tricart (1977) é bastante enfático em afirmar que o trabalho morfodinâmico efetuado nas regiões semiáridas, mas especificamente, do Nordeste brasileiro, onde cai temporais sistemáticos um bom número de vezes por século e, é superior ao que se efetua nas regiões hiperáridas onde esses temporais são incomuns. Assim sendo, a área demonstrada está totalmente desprovida de vegetação, estando totalmente susceptível a impactos morfogenéticos.

### **Caracterização das Unidades Geoambientais Vulneráveis no Paleoambiente Dunar**

O espaço geográfico, palco do ecossistema dunar, sofre consideráveis remodelagens em virtude das proveniências antropogênicas, ocasionando em modificações, em alguns casos, irreversíveis. Dentre os fatores condicionantes originários de ambientes dunares distinguem-se elementos coadjuvantes do processo de destrutibilidade dunar que se incorporam tanto a fatores de caráter antrópico quanto aos correlacionados com a dinâmica dos elementos costeiros atuantes no local, elencando-se como exemplos: a existência da vegetação e seu estado de degradação, a frequência das areias eólicas na composição dunar, a velocidade e direção dos ventos influenciando processos de acreção/erosão dunar, a variação sazonal das chuvas, além de derivações antropogênicas como avanço de práticas agrícolas, trânsito de veículos, habitações em áreas vulneráveis, dentre outros (COSTA; SOUZA, 2009).

De acordo com Trindade (1991), quando não há cobertura vegetal nos campos dunares, estes ficam susceptíveis à ação eólica, deslocando-se e causando inconvenientes junto a comunidades do entorno das áreas situadas na mesma linha de ação dos ventos, uma vez que acaba soterrando tudo por onde passam, alterando o relevo, deixando uma cobertura quartzosa improdutiva e transformando a paisagem costeira.

Tais ecossistemas se diferenciam por ser sumariamente explorados economicamente, para os mais diversos fins como habitação, retirada de areias para construção e para solapamento de estradas e rodagens, turismo, entre outros aspectos que evoluem sobre a paisagem fragilizada, expondo risco tanto para a natureza, quanto a população ali residente, gerando diversos impactos ambientais.

Mediante tal realidade e a interdependência de tais ecossistemas, de imponderável valor e pertinência ambiental, em face de sua transcendente produtividade biológica e notável estado de preservação, requer um gerenciamento que contemple estes múltiplos componentes da paisagem dunar.

A partir da dinâmica de aporte de sedimentos e vulnerabilidades das áreas, foram definidos critérios para a classificação de áreas de risco (Quadro 1). Foram agrupados através da evolução espaço-temporal dos fluxos: eólico (migração dos campos de dunas), fluvial (ação das águas na linha de costa) e subterrâneo (disponibilidade de água no lençol freático e curso da hidrodinâmica do aquífero). As unidades geoambientais foram caracterizadas de modo a orientarem medidas de planejamento e gestão.

É congruente salientar que os sistemas dunários são um dos subsistemas integrantes da planície fluvial que são vítimas de uso intenso e conflitante com a indispensabilidade de intervenção profunda dos

órgãos ambientais para a efetivação da proteção legislativa e aplicabilidade das medidas de preservação e conservação.

**Quadro 1:** Unidades geoambientais para classificação dos níveis de riscos.

UNIDADE GEOAMBIENTAL	PROCESSOS	CARACTERIZAÇÃO	RISCOS
Dunas móveis Dunas fixas	Eólicos	1. Apresentam-se com movimentos constantes; 2. Apresentam-se com estabilidade	1. Ocupação; Expansão das cidades; <i>Déficit</i> de areias; Pisoteio; Captação de água; atividades agrícolas e pecuárias; Turismo insustentável. 2. Sofrem interferências morfológicas; paisagísticas; ecológicas.
Terraços fluviais Tabuleiros	Fluviais	1. Formados por meio da dinâmica dos fluxos fluviais; 2. Cobertura sedimentar depositada por sistemas fluviais.	1. Contaminação do lençol freático por efluentes; Erosão por transporte sedimentar. 2. Degradação da mata de tabuleiros.
Lençol freático	3. Subterrâneo	1. Preenche os espaços porosos e permeáveis das areias quartzosas.	1. Impermeabilização dos campos de dunas; Salinização do lençol e extinção das lagoas interdunares.

Assim sendo, cada geossistema possui suas peculiaridades e suas necessidades individualizadas de proteção. Christofolletti (1980) afirma que todos os fenômenos e eventos que, através de suas mudanças e dinamismo, apresentam repercussões no sistema focalizado, estes também sofrem alterações e mudanças por causa do comportamento natural do referido sistema particular, atrelada às ações antropogênicas que também atuam e configuram estes sistemas. Portanto, é crucial que se pense em formas de preservá-lo, tendo em vista que, são testemunhos de paleoclimas, paleoventos e paleohidrografia.

### Bases para uma Proposta de Conservação do Paleoambiente

A pesquisa ambiental para o geógrafo implica na compreensão das relações entre a sociedade e a natureza, levando em consideração o método sistêmico para explicar acerca dos elementos que compõem a paisagem geográfica, que resulta numa unidade dinâmica e suas inter-relações dos elementos físico, biológico e antropogênico.

Nessa perspectiva, Bertrand, na década de 1990, elaborou uma nova roupagem conceitual para geossistema, que ele denominou de GTP, a relação intrínseca entre Geossistema – Território – Paisagem (BERTRAND; BERTRAND, 2007). Na concepção de Pissinati e Archela (2009), o objetivo do GTP é reaproximar os três conceitos para analisar o funcionamento de um determinado espaço geográfico numa ótica holística, observando as inter-relações dos elementos para maior compreensão da dinâmica da área pesquisada.

Corroborando com Bertrand, Tricart (1977, p. 68-77) afirma veementemente que é indispensável que se faça uma análise “[...] dos diversos tipos de manejo, mostrando vantagens e desvantagens; classificação das regiões em função dos problemas de gestão; e, apresentar possíveis soluções com vantagens e inconvenientes.

É válido pontuar que área da pesquisa faz parte de um sistema aberto, onde ocorrem várias relações dinâmicas e transformações dentro desse sistema. Segundo Christofolletti (1979) sistema é o “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizadas para executar uma função particular”. Nessa perspectiva, o sistema é um agente que, em determinado lapso de tempo, recebe o *input*

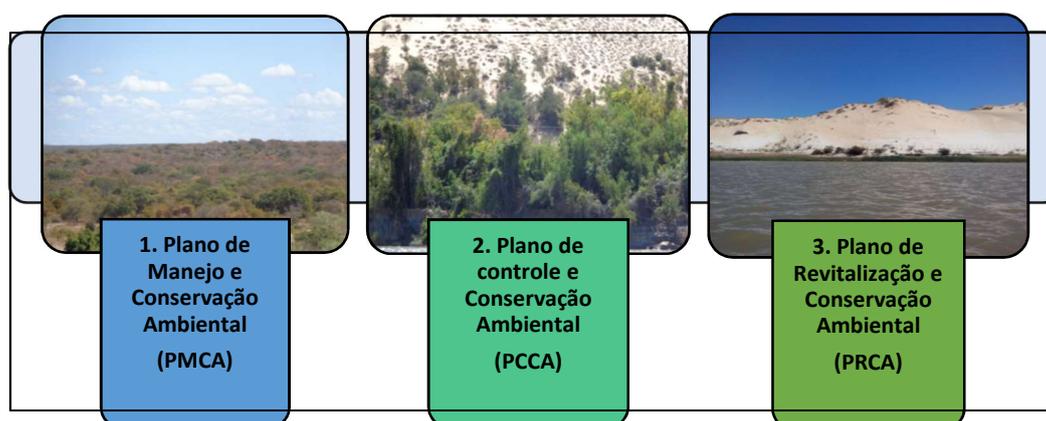
e o converte em *output*. No caso dos paleoambientes, estes são responsáveis por possibilitar descobertas e comprovações de que, o clima hoje existente difere de outros climas que havia em Eras Pretéritas, favorecendo assim, o conhecimento de paleoclimas e paleoventos que influenciaram na gênese dos diversos ambientes atuais.

Foi mediante tal realidade e a partir dessas premissas que se buscou elaborar um quadro sinótico de classificação dos ambientes estudados, contendo também a proposta de conservação (Quadro 2) apresentando: os problemas diagnosticados no ambiente pesquisado, as possibilidades de manejo sustentável e, a capacidade de resiliência do sistema aberto em tese.

**Quadro 2:** Quadro sinótico de classificação dos ambientes e proposta de conservação.

Ambientes Dunares		Ambientes Vegetacionais	Ambientes Fluviais	Propostas
<b>Estáveis</b>	- Dunas fixas	- Floresta ciliar de Carnaúba - Caatinga hiperxerófila - Caatinga hipoxerófila	- Trechos do rio São Francisco	- Criação de um Plano de Manejo de Conservação Ambiental
<b>Intergrades</b>	- Dunas fixas	- Caatinga hipoxerófila - Vegetação de transição (caatinga/floresta caducifólia)	- Alguns trechos do rio São Francisco - Alguns trechos de áreas interdunares	- Criação de um Plano de Controle e Conservação Ambiental
<b>Instáveis</b>	- Dunas fixas - Dunas móveis	- Caatinga hipoxerófila - Caatinga hiperxerófila - Vegetação de veredas (interdunar)	- Trechos do rio São Francisco - Lagoas interdunares	- Criação de um Plano de Revitalização e Conservação Ambiental

Finalmente, a proposta de preservação no geossistema dunar (figura 9), está totalmente embasada nas características da ecorregião, já que esta se encontra inserida numa Área de Proteção Ambiental. Nessa convicção, sugere-se a criação de três planos estratégicos, para os três ambientes e, de acordo com as características do GTP.



**Figura 9:** Esboço de Proposta de Conservação Ambiental. Fonte: Pacheco (2015)

1. *Plano de Manejo e Conservação Ambiental* – voltado para as áreas que ainda se apresentam como **estáveis**, para que estas não venham a ser no futuro totalmente danificadas por se tratar de um ambiente frágil e vulnerável por condições climatobotânicas e socioeconômicas.
2. *Plano de Controle e Conservação Ambiental* – este seria aplicado às áreas que se encontram em transição do aspecto estável para o meio **intergrades**. Será necessário que se crie estratégias de controle de degradação nas áreas em processo e, estratégias para conservar o que ainda resta de alguns trechos.

3. *Plano de Revitalização e Conservação Ambiental* – neste se primaria por estratégias de revitalização/reflorestamento das áreas tidas como fortemente **instáveis** e, a partir dos resultados se traçaria um controle de preservação, analisando a capacidade de resiliências dos respectivos ambientes.

As propostas sugeridas acima deverão partir dos responsáveis pela gestão das APA's, nesse caso, o Governo do Estado da Bahia, em parceria com os Municípios afetados pelos impactos, onde estão localizados os campos de dunas, que seria, Remanso, Pilão Arcado, Xique Xique e Barra, sendo os dois últimos, foco de tal investigação. Além dos municípios, é fundamental uma parceria com a comunidade que habita o entorno dos campos dunários, pois são estes sujeitos que estão convivendo nesse contexto, podendo contribuir de maneira positiva nessa tomada de consciência.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A referida pesquisa, visando atender aos objetivos e embasada na metodologia adotada, compreendeu a ecodinâmica da paisagem dunar, identificando os níveis de estabilidade do sistema ambiental, discutindo formas de preservação deste geossistema, que é um representativo das mudanças climáticas no Nordeste do Brasil.

Analisou-se os impactos ambientais presentes no geossistema investigado, fundamentado nos preceitos de Tricart (1997) onde, em face disso, constatou-se que a área da pesquisa está classificada nos âmbitos estável, *intergrades* e fortemente instável e, por conta disso se faz necessário uma urgente sensibilização no que tange à gestão e ordenamento territorial da área.

Nesse sentdo, salienta-se a existência de uma proposta de preservação para os três ambientes classificados e, a aplicabilidade desta, deve ser de responsabilidade de quem administra a referida APA, em consonância com governos municipais locais e, com a comunidade e seus atores sociais, pois são estes os maiores prejudicados e prejudicadores, por desconhecerem a necessidade de se possuir ambientes sustentáveis.

Além disso, é indispensável à implementação da Educação Ambiental nas escolas locais, levando em consideração que somente por meio da educação é possível atingir positivamente os jovens atores sociais residentes na área e, através destes, sensibilizar os adultos, principais responsáveis pelos impactos já causados no respectivo ambiente dunar.

Portanto, tal pesquisa não possui um cunho conclusivo e, nem se pretende aqui esgotar todo o debate acerca da temática em foco, tendo em vista a relevância dessa discussão nos dias atuais e no âmbito da gestão e ordenamento dos territórios ambientais, especialmente aqueles que representam um testemunho de que os geossistema e ecossistemas são mutáveis tanto pela sua dinâmica natural, como pela dinâmica social que o circunda.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – *Campus Petrolina/Brasil* e ao Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP/Brasil).

## REFERÊNCIAS

BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K.. Considerações sobre a idade e a paleogeografia das paleodunas do médio Rio São Francisco, Bahia. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 4. **Anais**. São Paulo, 1993.

BARRETO, A. M. F.. **Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia**. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BERTRAND, G.. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n.13, p.1-27, 1971.

BERTRAND, G.; BERTRAND C.. **Uma Geografia Transversal e de Travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Mossoni, 2007.

CONAMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012..** Brasília: MMA, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A.. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A.. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.

COSTA, J. J.; SOUZA, R. M.. Paisagem Costeira e Derivações Antropogênicas em Sistemas Dunares. **Scientia Plena**, v.5, n.10, 2009.

COSTA, M. I. P.. Caracterização e avaliação dos ambientes dunares nas folhas AS 24 Fortaleza: SB 24/25 Jaguaribe/Natal e SC 23 Rio São Francisco. **Boletim técnico do Projeto Radam Brasil**, Série Geomorfologia, n.187, p.84-87, 1984,

DINIZ, J. A. O.; LIMA, J. B.. O Aquífero de Dunas da Região do Médio São Francisco/BA. CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16. **Anais**. Natal: ABAS, 2008.

DOMINGUES, A. J. P.. Contribuição à geologia do sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Geografia**, São Paulo, n.10, p.255-289, 1948.

GIANNINI, P. C. E.; ASSINE, M. L.; BARBOSA, L. M.; BARRETO, A. M. F.; CARVALHO, A. M.; SALES, V. C.; MAIA, L. P.; MARTINHO, C. T.; PEULVAST, J. P.; SAWABUCHI, A. Q.; TOMAZELLI, L. J.. Dunas e Paleodunas Eólicas. In: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005.

GOUDIE, A.. **Environmental Change**. 2 ed. Oxford: Clarendon, 1983.

GUERRA, A. J. T.. **Dicionário Geológico e Geomorfológico**. 7 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTE, A.C.; RIBEIRO, M. R.; MONTENEGRO, J. O.; BURGOS, N.. Levantamento Exploratório- Reconhecimento de solos da margem esquerda do Rio São Francisco, Estado da Bahia. **Boletim Técnico EMBRAPA**, n.38, p.404, 1976.

KING, L. G.. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v.18, n.2, p.147-265, 1956.

LOWE, J. J.; WALKER, M. J. C.. **Reconstructing Quaternary Environments**. Londres: Longman Group, 1997.

MELTON, F. A.. A tentative classification of sand dunes its application to dune history in the Southern High Plains. **Journal of Geology**, v.48, n.2, p.113-145, 1940.

OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K.. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology: PALALEO**, Chicago, v.152, p.319-337, 1999.

PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S.. Geossistema, Território e Paisagem: método de estudo da paisagem rural sob a ótica Bertrandiana. **Geografia**, Londrina, v.18, n.1, p.5-31, 2009.

ROSS, J. L. S.. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP**, n.8, p.63-73, 1994.

SCHOBENHAUS, C. F.. **Geologia do Brasil**. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1: 2.500.000. Brasília: MME/DNPM, 1984.

TRICART, J.. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977.

TRINDADE, A.. **Estudo florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de um trecho da floresta arenícula costeira do Parque Estadual das Dunas – Natal – RN**. Recife: 1991.

VELLOSO, A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PERENY, F. G. C.. **Ecorregiões propostas para o bioma caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002.