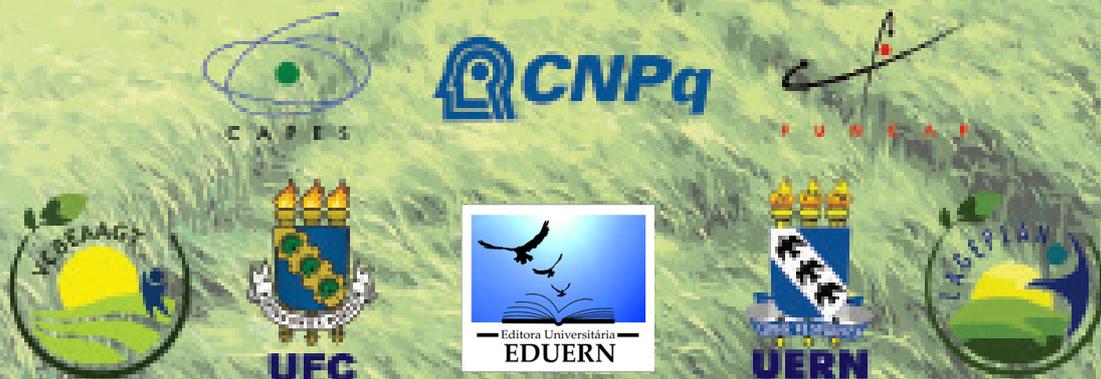


**COLETÂNEA II**  
**“EDUCAÇÃO AMBIENTAL, GEOTECNOLOGIAS**  
**E CARTOGRAFIA SOCIAL”**

Edson Vicente da Silva  
Rodrigo Guimarães de Carvalho  
(Coordenadores)

**TOMO 3**  
**“CARTOGRAFIA SOCIAL E COMUNIDADES**  
**TRADICIONAIS”**

Victória do Nascimento Viana  
Wallason Farias de Souza  
Leilane Oliveira Chaves  
Adryane Gorayeb  
(Organizadores)



**COLETÂNEA II**  
**“EDUCAÇÃO AMBIENTAL, GEOTECNOLOGIAS  
E CARTOGRAFIA SOCIAL”**

**EDSON VICENTE DA SILVA**  
**RODRIGO GUIMARÃES DE CARVALHO**  
**(COORDENADORES)**

**TOMO 3**  
**“CARTOGRAFIA SOCIAL E COMUNIDADES  
TRADICIONAIS”**

**VICTÓRIA DO NASCIMENTO VIANA**  
**WALLASON FARIAS DE SOUZA**  
**LEILANE OLIVEIRA CHAVES**  
**ADRYANE GORAYEB**  
**(ORGANIZADORES)**





**Reitor**

Prof. Pedro Fernandes Ribeiro Neto

**Vice-Reitor**

Prof. Aldo Gondim Fernandes

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação**

Prof. João Maria Soares



***Comissão Editorial do Programa Edições UERN:***

Prof. João Maria Soares

Profa. Anairam de Medeiros e Silva (Editora Chefe)

Prof. Eduardo José Guerra Seabra

Prof. Humberto Jefferson de Medeiros

Prof. Sérgio Alexandre de Moraes Braga Júnior

Profa. Lúcia Helena Medeiros da Cunha Tavares

Prof. Bergson da Cunha Rodrigues

***Assessoria Técnica:***

Daniel Abrantes Sales

**Campus Universitário Central**

BR 110, KM 48, Rua Prof. Antônio Campos,

Costa e Silva – 59610-090 - Mossoró-RN

Fone (84)3315-2181 – E-mail: edicoesuern@uern.br

### **Coordenação Editorial**

Anderson da Silva Marinho  
Andressa Mourão Miranda  
Tacyele Ferrer Vieira

### **Projeto Gráfico**

David Ribeiro Mourão

### **Diagramação**

Victória do Nascimento Viana

### **Capa e Ilustração**

Ana Larissa Ribeiro de Freitas

### **Revisão**

Edson Vicente da Silva  
Rodrigo Guimarães de Carvalho

### **Catálogo**

UERN

#### **Catálogo da Publicação na Fonte. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

Cartografia social e comunidades tradicionais/  
Victória do Nascimento Viana... [et al]. (Org.). - Mossoró – RN, Edições  
UERN, 2017.

88 p. ; Tomo 3

Textos provenientes de projetos de pesquisa e extensão, apresentados durante o V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial.

ISBN: 978-85-7621-160-0

1. Mapeamento participativo. 2. Populações tradicionais 3. Sustentabilidade  
I. Souza, Wallason Farias de. II. Chaves, Leilane Oliveira. III. Gorayeb, Adryane. IV. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. V. Título.

UERN/BC

CDD 372.357

Bibliotecária: Aline Karoline da Silva Araújo CRB 15 / 783



# PREFÁCIO

As universidades, institutos de educação e pesquisa e as escolas públicas devem, cada vez mais, permeabilizar seus muros, como uma rocha calcária, para permitir uma maior porosidade e infiltração social. Abrir nossas portas e janelas, para saída e entrada de pessoas cidadãs, estudiosos e pesquisadores, afinal a população brasileira é quem nos constrói e alimenta.

Nosso retorno socioambiental é construir um tecido junto com os atores sociais, líderes comunitários, jovens entusiastas, crianças curiosas e velhos sábios. A integração entre os conhecimentos científicos e os saberes tradicionais é a base para um desenvolvimento sustentável e democrático.

Encontros como o V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial têm sido realizados de forma integrada e aberta para a sociedade em geral. Como uma grande e imensa árvore que vai se desenvolvendo a partir de seus eventos, dispendo para todos os seus frutos de diletos e diversos sabores, como essas coletâneas e tomos, cultivados por diferentes pessoas desse nosso imenso terreiro chamado Brasil.

Coube a Universidade Federal do Ceará, através de seu Departamento de Geografia, a realização do evento e a organização final dos artigos que compõem os livros, e às Edições UERN, pertencente à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, a catalogação e publicação dos 31 livros pertencentes às 07 coletâneas. Essa parceria interinstitucional, que na verdade coaduna muitas outras instituições, demonstra as redes já estabelecidas de cooperação científica e ideológica que, em um cenário político-econômico de grande dificuldade para as instituições de ensino e para a ciência brasileira, se auto-organizam para o enfrentamento dos desafios de maneira generosa e solidária.

**Rodrigo Guimarães de Carvalho (UERN)**  
**Cacau – Edson Vicente da Silva (UFC)**

# SUMÁRIO

## **“CARTOGRAFIA SOCIAL E COMUNIDADES TRADICIONAIS” TOMO 3**

<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE CARTOGRAFIA SOCIAL E COMUNIDADES TRADICIONAIS .....</b>	<b>7</b>
<b>ABORDAGEM SISTÊMICA E UNIDADES GEOAMBIENTAIS: CONTRIBUIÇÃO PARA O PLANEJAMENTO DO LITORAL PIAUIENSE.....</b>	<b>14</b>
<b>ANÁLISE CLIMÁTICA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES (PI), BRASIL.....</b>	<b>27</b>
<b>APLICABILIDADE DOS DADOS GEOMORFOMÉTRICOS AOS MAPEAMENTOS TEMÁTICOS VOLTADOS A ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA.....</b>	<b>36</b>
<b>DIAGNÓSTICO DE ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PRATA, ILHA DO MARANHÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>ESTIMATIVA DE CHUVAS VIA SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO DE ÁREAS DE RISCO: ESTUDO DE CASO NO ESTADO DE MINAS GERAIS.....</b>	<b>61</b>
<b>SOB ABRIGO DA TRADIÇÃO: RECONHECIMENTO DE IDENTIDADE COMO ESTRATÉGIA DE SOBREVIVÊNCIA EM COMUNIDADES LITORÂNEAS DO CEARÁ.....</b>	<b>75</b>

# CONSIDERAÇÕES SOBRE CARTOGRAFIA SOCIAL E COMUNIDADES TRADICIONAIS

NÁTANE OLIVEIRA DA COSTA  
WALLASON FARIAS  
BRENDA THAÍS GALDINO DA ROCHA  
ADRYANE GORAYEB  
EDSON VICENTE DA SILVA

## 1. Introdução

A Cartografia Social (C.S) é utilizada como uma ferramenta que facilita o conhecimento e análise de um conjunto de informações espaciais de determinado território, contudo o adjetivo social informa que o mapeamento é resultado de um processo participativo construído coletivamente. Incorporando a C.S ao planejamento participativo, o desenvolvimento local é abordado a partir do paradigma do desenvolvimento humano e endógeno numa perspectiva sistêmica que leva em consideração a análise dos múltiplos elementos sociais, ambientais, culturais e econômicos que compõem a realidade a ser mapeada.

Lima; Costa (2012) enfatizam que a C.S pode ser compreendida como meio técnico, busca registrar relatos e as representações no processo de automapeamento, propiciando a identificação de situações inerentes a conflitos na forma de uso do território em questão.

As ações que possibilitam o desenvolvimento de base local fomentam o surgimento de estruturas organizacionais capazes de promover o aparecimento de sinergias que se utilizam das capacidades humanas, tendo em vista subsidiar a gestão social do território, o que gera a fortificação da identidade territorial e expressa uma construção sociopolítica que deve ser levada em consideração pelo poder público (RAMÍREZ VILLARREAL, 2008).

No território brasileiro, a C.S vem contribuindo ao longo do tempo em assegurar as conquistas como as de afirmação de identidades coletivas, reconhecimento dos direitos étnicos, conservação de práticas e culturas ancestrais, demarcação territorial. A esse respeito Boynard (2010, p.112) explicita que,

[...] o Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia (PNCSA), coordenado pelo antropólogo Alfredo Wagner B. de Almeida (UFAM), que tem uma abrangência nacional e se articula com o Movimento Negro em várias frentes de luta como, por exemplo, os Quilombolas, as Mulheres Negras, os Afroreligiosos, as Quebradeiras de Coco Babaçu, os Faxinais, os Cipozeiros e os Negros Rurais.

Os estudiosos e as populações que participaram do referido projeto realizaram um conjunto de oficinas de cartografia em finais de semana. Nesses encontros, além de cursos de capacitação, são efetivadas discussões com as comunidades tradicionais sobre os aspectos sociais que são de

interesse das comunidades, a serem representados no mapa. Após ampla discussão crítica sobre a ação de mapear foram analisadas as possibilidades de uso da terra que contrariam ou que são a favor das comunidades. A esse respeito Boynard (2010, p.112) acentua que,

[...] como resultados das oficinas, são produzidos fascículos contendo textos de denúncia, reivindicação e históricos dos grupos, além de, principalmente, mapas com a espacialização dos dilemas (problemas, conflitos, necessidades) e saberes (tradições, seres e lugares sagrados) desses grupos, para dar ensejo às vozes e às lutas desse movimento social.

Conforme Boynard (2011, p.06), “o PNCSA realiza aquilo que se denomina de mapeamento situacional, que pregava o combate à alienação produzida pela sociedade capitalista”. Sendo que os grupos sociais não consideram o mapa apenas como um produto acabado e sim como um processo de construção que é contínuo. Nesse contexto, ao ser entrevistado por Lima; Ramos; Silva (2013, p.264) assegura que os mapas situacionais,

[...] são mapas que podem mudar, variar sendo as transformações vividas pelos grupos e comunidades. Hoje eles têm uma configuração, amanhã podem ter outra. O que é que muda? O próprio embate que essas forças têm com outras forças externas, como o embate com grileiros, o embate com o Estado, o embate com grupos interessados na terra que querem usurpar ou adquirir. Então a mercantilização vai balizando esta delimitação, como é que ela pode ser estabelecida. A fronteira é um lugar de relações. A fronteira é o lugar onde o grupo se realiza com mais força identitária.

Compreende-se que uma mesma comunidade tem a capacidade de produzir diversos mapas em diferentes momentos históricos sobre o mesmo espaço. Os mapas do projeto não são fixos e as lutas dos movimentos sociais não são fixas, novos desafios são postos a todo o momento para as comunidades o que propicia a construção e reconstrução desses mapas dinâmicos.

A construção dos mapas dá-se mediante ao processo de comunicação entre os participantes, o que propicia a formação de debates e discussões sobre os diferentes conhecimentos e saberes, visando demonstrar uma imagem coletiva do território. Conforme Popayan (2005, p. 06), a Cartografia Social possui fundamentos da investigação-ação-participação fundamentados no território como elemento principal da metodologia caracterizada a seguir:

[...] Na Investigação na Cartografia Social, a comunidade participa da investigação, aporta seus conhecimentos e experiências ao mesmo tempo que há troca. Os mapas se adequam e favorecem a cultura dos narradores orais, sendo que a construção coletiva de mapas permite a atualização da memória individual e coletiva. A Ação significa que o conhecimento de uma realidade permite atuar sobre ela. Trata-se de conhecer a realidade para transformá-la e não de investigar só pelo prazer de conhecê-la. Não se trata de qualquer tipo de ação ou ativismo, se busca antes de toda ação que se conduza à construção social. A Participação corresponde como processo permanente de construção social em torno dos conhecimentos, experiências e propostas de transformações para o desenvolvimento. A participação deve ser ativa, organizada, eficiente e decisiva. A comunidade deve participar de todo o processo investigativo. A Sistematização é compreendida como a recompilação de dados de uma experiência, sendo que aponta seu ordenamento ao encontrar as relações entre os elos e descobrir a coerência interna dos processos instaurados na prática. A sistematização deve ser um elemento fundamental para aprender a realidade e transformá-la, permite dimensionar esses conhecimentos dados e práticas visando atingir um sustentável desenvolvimento social.

É importante compreender como as práticas de mapeamento coletivo em conjunto com a comunidade utilizam metodologias significativas, conhecidas como “participativas”. Verifica-se

que as atividades cartográficas que procuram respeitar o conhecimento das populações locais, atendendo as suas demandas, são importantes para a representação dos conflitos, fortificação e produção contínua da identidade territorial.

As iniciativas de mapeamento que englobam as populações locais na produção de mapas difundiram-se mundialmente na década de 1990 a partir da participação de instituições, a saber, agências governamentais, ONGs, organizações indígenas, organismos multilaterais e de cooperação internacional, fundações privadas, universidades, entre outras (ACSELRAD; COLI, 2008). Nesse contexto, destaca-se a utilização de várias ações voltadas ao mapeamento participativo, sendo que conforme Acselrad; Coli (2008, p. 15) “os projetos ditos de mapeamento comunitário envolvem diretamente os membros da comunidade no levantamento do uso da terra e das fronteiras de seus domínios”.

As práticas relacionadas ao ato de mapear usam um conjunto de técnicas geomáticas sendo que destaca-se a utilização do Sistema Posicionamento Global – GPS. A partir da apropriação das técnicas pelos sujeitos envolvidos no mapeamento, eles possuem a autonomia de decidir as informações que estarão presentes no mapa. Acselrad; Coli (2008, p. 15) asseguram que, [...] As tecnologias mais avançadas, como os sofisticados Sistemas de Informação Geográfica, embora permitam um uso bem mais sutil das cores, camadas e grupos de dados, aumentam a distância entre as pessoas das comunidades, detentoras do conhecimento local, e aquelas que produzem os mapas”.

É nesse contexto voltado ao mapeamento participativo que a Cartografia Social se insere, compreendendo os grupos sociais como sujeitos que possuem o poder de construir e representar a sua realidade local mediante a representação espacial de conflitos, necessidades presentes no cotidiano que podem subsidiar ações voltadas para a implementação de políticas públicas e denúncias de problemas vivenciados (MARQUES, 2011). As atividades laborais relacionadas à pesquisa inerente a Cartografia Social podem trazer benefícios na medida em que auxiliam a fortificação da organização coletiva. Acselrad; Viêgas (2013, p. 5) elencam que,

[...] existem 284 experiências de auto-mapeamento entre 1992 e 2012 são entendidos que as experiências refletem o dissenso e a resistência aos projetos de desenvolvimento. Por ser a cartografia participativa uma escolha política, os pesquisadores que a realizam têm o dever de escutar e acatar as decisões das coletividades que estudam ou pretendem ajudar”.

Compreende-se que as ações voltadas ao auto-mapeamento está/o sendo apropriadas pelas populações que detém o conhecimento de sua realidade, contrapondo-se a produção hegemônica do Estado e outros grupos sociais que possuem múltiplos interesses sobre o território. A esse respeito Acselrad (2013, p. 5) assegura que “os conflitos próprios às tramas territoriais em que veem-se engajados estes sujeitos são, pois, ao mesmo tempo símbolos – âmbitos em que se inscreve a própria disputa cartográfica e materiais”. O que provoca a união de forças voltadas ao reconhecimento da identidade territorial, sendo que as lutas estão contextualizadas em um território dinâmico, “em muitos aspectos, próximos aquele onde desenvolveram-se as estratégias de luta por acesso universal a terra aquelas estruturadas em torno de múltiplas formas de luta e de campanhas pela reforma agrária” (ACSELRAD; VIÊGAS, 2013 p.10).

As experiências relacionadas à Cartografia Social estão em um contínuo processo de construção que vem, nos últimos quinze anos, contribuindo com a relativização do sentido oficial de se construir mapas e propiciando a ressignificação do termo cartografia (ACSELRAD; VIÊGAS, 2013).

O conjunto de experiências demonstram que as instâncias estatais não perceberam que não são as únicas detentoras do conhecimento relacionado a produção de mapas o que evidencia a

perda de sua hegemonia e de seu monopólio do ato de cartografar (ACSELRAD; VIÉGAS, 2013).

No sentido de fornecer empoderamento aos grupos sociais no processo de construção coletiva e colaborativa do mapa, faz-se necessário levar em consideração o planejamento comunicativo e participativo que visa a construção contínua do território levando em consideração às dimensões culturais, socioeconômicas e ambientais. Conforme Joliveau (2008, p. 54),

[...] Esta forma de planejamento pretende ligar atores e territórios, construir o território com os atores e mobilizar os atores através do território com a hipótese de que, nesta relação, uns e outros mudarão. Trata-se, portanto, de uma atividade de alta intensidade de informação. Tradicionalmente, a partilha era bem clara. Os atores tinham necessidade de uma informação qualitativa, sintética, simplificada, interpretada, uma informação de comunicação.

A junção entre teoria e prática inerente ao planejamento comunicativo e participativo contribui com a difusão da informação, fazendo com que ela ultrapasse os espaços tradicionais, que seja marcada pelo fluxo dinâmico onde a informação circule entre leigos e especialistas, especialistas técnicos e comunicadores (JOLIVEAU, 2008). Considera-se que o produto cartográfico é uma ferramenta importante para a representação e construção da realidade, porém na compreensão de Joliveau (2008) faz-se necessário a compreensão e compartilhamento das técnicas pelos agentes envolvidos no processo de mapeamento, caso esse compartilhamento não aconteça corre-se o risco de existir problemas de participação no processo de mapeamento. Nesse sentido Joliveau (2008, p. 50) elenca três reflexões, a saber,

A primeira é a vulgarização do uso do mapa e uma melhor formação cartográfica do cidadão. A segunda consiste em formar os mediadores da participação em cartografia, e os cartógrafos na concepção participativa dos mapas. A terceira é a de renovar o próprio mapa. A cartografia, de fato, esforçou-se durante muito tempo em demonstrar sua exatidão, sua neutralidade e sua objetividade mais do que insistir em suas incertezas, seus a priori, e sua subjetividade.

As ações voltadas ao mapeamento participativo no Brasil apresentam construções diferenciadas desta prática, sendo que podem-se destacar três experiências originais, a saber, i) os mapeamentos subsidiaram a instituição formal da figura das reservas extrativistas, ii) o conjunto de iniciativas conhecidas como “Guerra dos Mapas”, que objetivou contribuir para a afirmação territorial de grupos sociais atingidos pelo Projeto Grande Carajás, e iii) o Projeto Mamirauá, alicerçado no envolvimento das comunidades da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá visando o estabelecimento de ações de manejo e preservação da biodiversidade (ACSELRAD; COLI, 2008).

As pesquisas participativas englobam a convivência de múltiplas metodologias e relacionamentos. As diferentes inter-relações propiciam um envolvimento mais transversal entre a população local e o corpo de pesquisadores. O resultado esperado desse tipo de prática é a capacitação de representantes dessas comunidades aptos a aplicarem os resultados obtidos dos problemas encontrados. O pesquisador tem o papel de um mediador e procura ajudar a conversão dos problemas pouco articulados em tópicos explicados e fáceis de abordar. É neste contexto que foram selecionados

O primeiro capítulo do livro intitulado “Abordagem sistêmica e unidades geoambientais: contribuição para o planejamento do litoral piauiense” enfoca como a abordagem sistêmica e as unidades geoambientais podem contribuir para o planejamento do litoral. Trata-se de uma pesquisa que tem como objetivo maior utilizar ferramentas metodológicas participativas para efetivar um zoneamento ambiental litorâneo. Para tanto, recorre a uma abordagem sistêmica para a caracte-

rização e delimitação de unidades paisagísticas a partir do uso e aplicação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Como resultado da pesquisa, obteve-se um mapa temático representando nove unidades geoambientais, assim denominadas: cordão arenoso associado à praias e linhas de costa, campos de dunas móveis, planície e terraço fluvial associado à vegetação de várzea e carnaúbas, planície fluviomarinha associada à vegetação de mangue, tabuleiros litorâneos, paleodunas, terraço marinho, planície e terraço fluvio-lacustre e planície eólica associada à dunas estabilizadas.

O segundo capítulo versa sobre a “Análise Climática do Parque Nacional de Sete Cidades (Piauí, Brasil)” resulta de uma pesquisa sobre os condicionantes climáticos em uma Unidade de Conservação. Desenvolveu uma análise dos componentes do balanço hídrico do parque, conforme metodologia proposta originalmente por Thornthwaite. Os parâmetros considerados foram a precipitação média anual, intensidade pluviométrica, temperatura, evapotranspiração potencial e real, excedente e déficit. hídrico anual, índice de aridez e erosividade das chuvas. Os resultados da pesquisa indicaram um baixo nível de deficiência hídrica e um alto nível de erosividade.

O terceiro intitulado “Aplicabilidade dos dados geomorfométricos aos mapeamentos temáticos voltados a áreas de risco de movimento de massa” envolve em sua análise a identificação e cartografia de áreas de risco geológico e geomorfológico. Metodologicamente apoia-se no modelo conceitual de risco proposto em UM-ISR (2004), na análise de dados geométricos e por fim no tratamento de dados relativos aos diferentes tipos de movimento de massa na Serra da Meruoca no Estado do Ceará: os dados morfométricos derivados de MDE. SRTM, de resolução de 30 metros, apresentam bons resultados em possíveis prevenções quanto a áreas de risco.

O quarto capítulo consistiu no “Diagnóstico de áreas de risco a inundações na Bacia Hidrográfica do Prata, Ilha do Maranhão”. Envolveu no processo de análise um grupo de pequenas bacias hidrográficas, onde vêm ocorrendo nos últimos oito anos diversos casos de inundação urbana causando diversos prejuízos materiais e humanos. Foram identificadas e cartografadas seis principais áreas de risco real e de inundações. A área denominada de B apresenta uma situação de desastre em razão do grande número de pessoas atingidas por enchentes fluviais. Este trabalho pode servir como subsídio ao poder público na mitigação dos problemas de inundação e no planejamento territorial urbano da Ilha do Maranhão.

O quinto capítulo analisa a “Estimativa de chuvas via sensoriamento remoto como ferramenta para a gestão de áreas de risco: estudo de caso no Estado de Minas Gerais” contou com a aplicabilidade de métodos não convencionais na medição da precipitação, aplicando técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelagem matemática como forma de obtenção de estimativas de precipitações pluviais em Minas Gerais. Utilizaram-se imagens de satélite GOES 8 (Geostationary Operational Environmental Satellite - 8) fornecidas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estados Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016). Os resultados obtidos pela aplicação dos modelos estatísticos foram representados por meio de mapas temáticos de precipitação pluvial.

O sexto capítulo do livro refere-se ao “Sob abrigo da tradição: reconhecimento de identidade como estratégia de sobrevivência em comunidades litorâneas do Ceará”. Retrata que as comunidades sofrem diferentes tipos de pressões que ameaçam diretamente seu direito à terra. Analisa o processo de formação de identidades defensivas em duas comunidades tradicionais, o Batoque, no município de Aquiraz e Cumbe, em Aracati. Constata-se a luta pela afirmação de direitos das comunidades sobre o seu território tradicional utilizado, destacando as pressões de origem exógena provocados por grandes empreendimentos de carcinicultura, especulação imobiliárias e de produção de energia eólica.

Considera-se que a Cartografia Social nas comunidades tradicionais tem aberto novas pontes

de luta para o empoderamento local e a demarcação de terras de uso e ocupação tradicional.

## 2. Considerações Finais

O tomo 3 “Cartografia Social e Comunidades Tradicionais” relata experiências de pesquisas onde a população busca instrumentos cartográficos como meio de ordenamento de seus territórios. Envolve ainda a análise de áreas de risco como forma de prevenir perdas materiais e humanas, como inundações fluviais e deslizamento de massa. Estabelecem-se metodologias e aplicabilidades de gestão territorial que podem futuramente serem aplicadas em áreas similares. Os resultados representam as necessidades que as comunidades possuem, além de poder colaborar e agir nos processos de Educação Ambiental e Gestão do território.

## Referências

Asociación de Proyectos Comunitarios – POPAYAN. **Territorio y Cartografía Social**. Proyecto: Fortalecimiento de las organizaciones pertenecientes a la asociación de proyectos comunitarios. a.p.c. 2005. p.1-9. Disponível em: [http://www.rutapedagogicaamigoniana.org/documentos/materiales/Modulo\\_0\\_Territorio.pdf](http://www.rutapedagogicaamigoniana.org/documentos/materiales/Modulo_0_Territorio.pdf). Acesso em 05 de maio de 2013.

ACSELRAD, H; COLI, L.R. Disputas cartográficas e disputas territoriais. In: ACSELRAD, H. et al. (Org.). **Cartografias sociais e território**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento urbano e Regional, 2008.p. 13-43p

ACSELRAD, H; VIÊGAS, R. N. Cartografias Sociais e Territórios – um diálogo latino americano. In: **Cartografia Social, terra e território**. ACSELRAD, H; VIÊGAS, R. N, et al (Orgs). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento urbano e Regional, 2013, 318p

BOYNARD, Lya Moret. Representações do espaço geográfico em disputa: O Movimento Negro brasileiro e as novas cartografias sociais. **Revista TAMOIOS**. Ano VI. Nº 1, 2010 p.110 a 114.

BOYNARD, Lya Moret. Usos da cartografia anti-racismo nas lutas do movimento negro brasileiro. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica, 2011 p. 01-09.

JOLIVEAU, T. O lugar do mapa nas abordagens participativas. In: **Cartografias Sociais e Território**. ACSELRAD, H (Org). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008.168 p.

LIMA, M. V. da C; Costa, S. M. G. da. Cartografia social das crianças e adolescentes ribeirinhas/quilombolas da Amazônia. **Revista Geografica**, nº12, 2012 p.76-113.

LIMA, W. P; RAMOS, J. D. D; SILVA, C.K. Entrevista com o professor Alfredo Wagner Almeida. **Espaço Ameríndio**, Porto Alegre, v. 7, n. 2. 2013, p. 254- 270.

MARQUES, E. B; CAINZOS, R.L.P. **Mapeamento participativo de territórios locais**. Disciplina Seminário Científico. Especialização em Agrimensura e Geoprocessamento pela Faculdade União das Américas 2011. Disponível em:<http://cacphp.unioeste.br/projetos/geolutas/docs/2012/>

Erwin\_Monografia.pdf. Acesso em 12 de agosto de 2014.

RAMÍREZ VILLARREAL, F. O. Cartografía social, herramienta de indagación para la gestión territorial – desde lo local- “la primera sección de islas del delta del río parana. Estudios socioterritoriales. **Revista de Geografía**, 2008, nº 7, pg. 204-220.

# ABORDAGEM SISTÊMICA E UNIDADES GEO-AMBIENTAIS: CONTRIBUIÇÃO PARA O PLANEJAMENTO DO LITORAL PIAUIENSE

**RONEIDE DOS SANTOS SOUSA  
GUSTAVO SOUZA VALLADARES  
GIOVANA MIRA DE ESPÍNDOLA**

## **Resumo**

As zonas costeiras são entendidas a partir da complexidade da interface entre os sistemas atmosféricos, continentais e hidrológicos. Sua análise demanda uma perspectiva sistêmica dos diferentes ecossistemas e feições que a constitui, para isso reconhecer suas partes e integra-las dentro de um sistema maior, possibilita entender os processos responsáveis pela dinâmica costeira. Este artigo tem por objetivo reconhecer a abordagem sistêmica e a compartimentação Geoambiental como ferramentas de apoio à identificação de feições litorâneas. A metodologia consistiu em revisão bibliográfica sobre a abordagem sistêmica, dimensionamento da paisagem e unidade Geoambiental, posteriormente a aplicação da teoria, a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento e sensores remotos. A costa piauiense é de característica arenosa, marcada pelos depósitos de sedimentos do Grupo Barreiras e depósitos recentes do Quaternário, sendo possível identificar nove unidades geoambientais, a citar cordão arenoso, campo de dunas móveis, planície e terraço fluvial, planície flúvio marinha, tabuleiros, paleodunas, terraço marinho, planície e terraço flúvio lacustre e a planície eólica. Contudo, destaca-se a importância do Geoprocessamento e do Sensoriamento Remoto na identificação das unidades homogêneas a partir da análise integrada dos atributos físicos da planície costeira do Piauí, sendo ainda o produto final gerado útil ao planejamento ambiental.

**Palavras-chave:** Ambiente Costeiro; Abordagem Sistêmica; Geoambiental; Geoprocessamento.

## **Abstract**

The coastal areas are understood from the complexity of the interface between the atmospheric, continental and hydrological systems. Their analysis requires a systemic perspective of the different ecosystems and features that is, to recognize that parts and integrate them into a larger system, makes it possible to understand the processes responsible for coastal dynamics. This article aims to recognize the systemic approach and Geoenvironmental compartmentalization as tools for analysis of coastal environments. The methodology consisted of a literature review on the systemic approach, landscape design and Geoenvironmental unit, then the application of theory in Piauí coastal plain, from the use of geoprocessamento techniques and remote sensing. The Piauí coast is sandy characteristic, marked by deposits of the Barreiras Formation (TQB) and by mobile dune fields (Qd), with tidal river plain, river and Fluvio lake, it is possible to identify nine geo-environmental units, sandy cord Field mobile dunes, plain and river terrace, Fluvio Plain navy, Tablelands, paleodunes, marine terrace, Plain and terrace Fluvio lake and wind Plain. It is important to highlight the importance of GIS and Remote Sensing in identifying homogeneous units from the integrated analysis of the physical attributes of the coastal plain of Piauí, still being the final product generated useful environmental planning.

**Keywords:** Coastal Environment; Systemic Approach; Geoenvironmental; Geoprocessing.

## 1. Introdução

Caracterizar os ambientes costeiros atuais e passados é importante, pois permite a reconstrução da história geológica do ambiente, além de fornecer informações que podem propiciar intervenções que minimizem o impacto negativo para a sociedade e futuras gerações, sobretudo no que diz respeito à ocupação desordenada dessas áreas, bem como o intenso processo erosivo em praias do tipo arenosas, a exemplo das praias piauienses (FLORENZANO, 2008).

Atualmente há uma grande produção de trabalhos que visam o mapeamento e caracterização da zona costeira do litoral brasileiro. Nesse sentido, estes têm sido elaborados e apresentados à sociedade visando subsidiar atividades futuras no âmbito do planejamento territorial e ambiental. Neste contexto, este artigo objetiva reconhecer a abordagem sistêmica e a compartimentação Geoambiental como ferramentas de apoio à compreensão de ambientes litorâneos, além da identificação das unidades geoambientais da planície costeira piauiense, através da utilização de técnicas de geoprocessamento e de interpretação de sensores remotos.

## 2. Abordagem Sistêmica, Paisagem e delimitação de unidades Geoambientais

Desde a sistematização da Geografia como ciência no início do século XIX, a paisagem configurou-se como seu objeto de estudo, mais especificamente, o objeto formal da Geografia Física. Até meados do século XX, a Geografia Física abordava a paisagem de modo segmentado, onde os componentes ambientais eram estudados separadamente por diversas áreas de estudo e conhecimento da ciência geográfica (ARAÚJO, 2007; RODRIGUEZ E SILVA, 2002).

Essa segmentação que ora se estabeleceu no estudo da paisagem não permitia uma visão holística da dinâmica ambiental. Era preciso abordar os recursos naturais de forma integrada, tal como suas relações de interação com o homem, ou seja, o estudo da paisagem implicaria também na análise da intervenção das atividades antrópicas no meio físico-biótico.

Dentro desta perspectiva, as ciências naturais atentaram para a necessidade de uma abordagem metodológica que procurasse mostrar a integração e interação dos componentes naturais da paisagem. No entanto, a partir dos anos sessenta, século XX, que as ciências modernas passaram por uma revolução científica metodológica, que veio a contemplar tais requisições com o surgimento da Teoria Geral dos Sistemas, estabelecida pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy (ARAÚJO, 2007; RODRIGUEZ E SILVA, 2002).

Esta teoria foi criada a partir de observações verificadas por Bertalanffy (1932) nos diversos campos, onde ele aponta para a importância de se estudar as partes e processos não somente de forma isolada, mas procurando resolver os problemas existentes na organização dos seus elementos, submetidos à dinâmica das suas partes. Dessa forma, o autor estabelece a existência de modelos, princípios e leis que possam ser aplicados aos "sistemas" generalizados ou subclasses, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compoñham e os processos atuantes sobre os mesmos (ARAÚJO, 2007; RODRIGUEZ E SILVA, 2002).

Vale destacar que, os sistemas apresentam uma classificação, onde se compreende os chamados "sistemas fechados", os quais são considerados como isolados do ambiente, e os "sistemas abertos", estabelecidos pela constância do fluxo de entrada e de saída de energia, conservando-se em função da construção e decomposição de seus componentes, alcançando o equilíbrio de processos, atingindo um determinado estado estacionário.

Partindo dessa premissa, a Geografia Física renovou suas concepções conceituais e de metodologia, promulgando a importância dos estudos integrados da paisagem e sua respectiva interação com as atividades humanas. O aspecto inovador na ciência geográfica foi ter realizado uma

releitura da Teoria Geral dos Sistemas, obtidas através dos estudos dos geógrafos Sotchava (1972 e 1977) e George Bertrand (1972), com a introdução do conceito de Geossistemas para a denominação dos sistemas ambientais, apresentando-se como melhor instrumento metodológico para a abordagem das questões ambientais no âmbito da Geografia Física (ARAÚJO, 2007; RODRIGUEZ E SILVA, 2002).

A partir dessa releitura e seguindo princípios da teoria Geossistêmica, Bertrand (1972) define paisagem como resultada da combinação dinâmica, portanto instável, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, tornam-se um conjunto único e indissociável.

Através dessa análise da paisagem, o Geossistema pode ser considerado como o resultado da interação dos dados ecológicos estáveis como relevo, clima e hidrologia, também denominados de potencial ecológico, e de dados instáveis como a exploração biológica, ou seja, que sofrem influências da flora, fauna e exploração dos solos através das atividades antrópicas, de modo dialético (Figura 1).

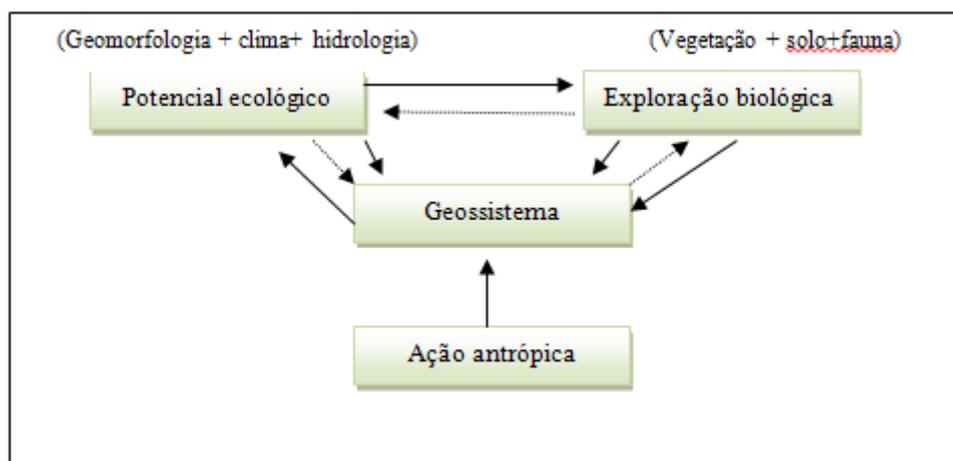


Figura 1- Estrutura funcional do Geossistema

Fonte: Bertrand (1972)

Os Geossistemas conseguem expressar a dinâmica dos elementos constituintes do meio físico biótico em associação às atividades humanas, configurando um determinado estágio de evolução da paisagem.

No tocante à dinâmica dos geossistemas, os trabalhos desenvolvidos por Tricart (1977) são essenciais para a elaboração de um diagnóstico do estado de conservação dos recursos naturais, partindo da avaliação das limitações e potencialidades dos mesmos, e também, quanto às formas de uso e cobertura da terra.

Desse modo, a dinâmica natural dos componentes ambientais é diretamente influenciada pelo balanço estabelecido entre processos pedogenéticos e processos morfodinâmicos, onde os níveis de estabilidade da paisagem levaram a definição dos meios ecodinâmicos.

Tricart (1977) e Tricart; Killian (1982) citado por Rodrigues (2001) afirmam que os autores versaram sobre o tratamento do meio ambiente de maneira integradora, ou seja, observando as relações e interdependências existentes entre a sociedade e a natureza, introduzindo uma avaliação dos ambientes sob a ótica dinâmica que leva em conta a intensidade dos processos atuais.

O termo Ecodinâmica foi proposto pelos autores mencionados, para determinar as condições

de estabilidade e instabilidade dos Geossistemas, levando em conta os componentes morfopedogênicos e estabelecendo, em função desses componentes, a classificação dos meios Ecodinâmicos, em meios estáveis, de transição e meios fortemente instáveis, conforme descrito no Quadro 1

Meios	Processos Predominantes
Estáveis	Pedogênese
Transição	Equilíbrio entre a Pedogênese e morfogênese.
Fortemente instáveis	Morfogênese

Quadro 1. Definição das unidades Ecodinâmicas.

Fonte: Tricart (1977)

Essa classificação permite aferir o grau de vulnerabilidade que os ambientes, possam está diante de um determinado tipo de pressão antrópica, a combinação do mapeamento dos atributos físicos com o conhecimento do uso e cobertura da terra facilita o entendimento acerca das unidades correspondentes à área de estudo, a citar ambientes frágeis como os manguezais, ecossistemas classificados como instáveis, necessitando de atenção especial na utilização de suas áreas.

A partir do desenvolvimento desses conceitos expostos pela Teoria Geral dos Sistemas, e conseqüentemente o desenvolvimento da mesma, no âmbito da Geografia Física através da formulação da Teoria Geossistêmica, se estabelece para esse estudo a utilização do termo unidades geoambientais em adaptação aos Geossistema e o uso dos princípios ecodinâmicos para a diagnose da paisagem costeira do Piauí.

### 3. Material e Método

#### 3.1 Caracterização da Área de Estudo

A planície costeira do estado do Piauí está localizada na porção norte do litoral piauiense e no nordeste setentrional do Brasil. Apresenta uma linha de costa de 66 km no sentido Leste-Oeste, que vai desde a baía das Canárias, no Delta do Parnaíba, até o limite com Ceará, na baía formada pela foz dos rios Ubatuba e Timonha. No sentido sul-norte ela se localiza entre o Grupo Barreiras e o Oceano Atlântico (BAPTISTA, 1975; FUNDAÇÃO CEPRO, 1996) Figura 1.

A zona costeira piauiense aparece como uma área de grande potencial turístico que vem sendo alvo de ocupação desordenada, especulação imobiliária, agropecuária intensiva, produção de carcinicultura entre outros. Incluídos nessas áreas encontra-se os municípios litorâneos de Parnaíba, Luís Correia, Cajueiro da Praia e Ilha Grande.

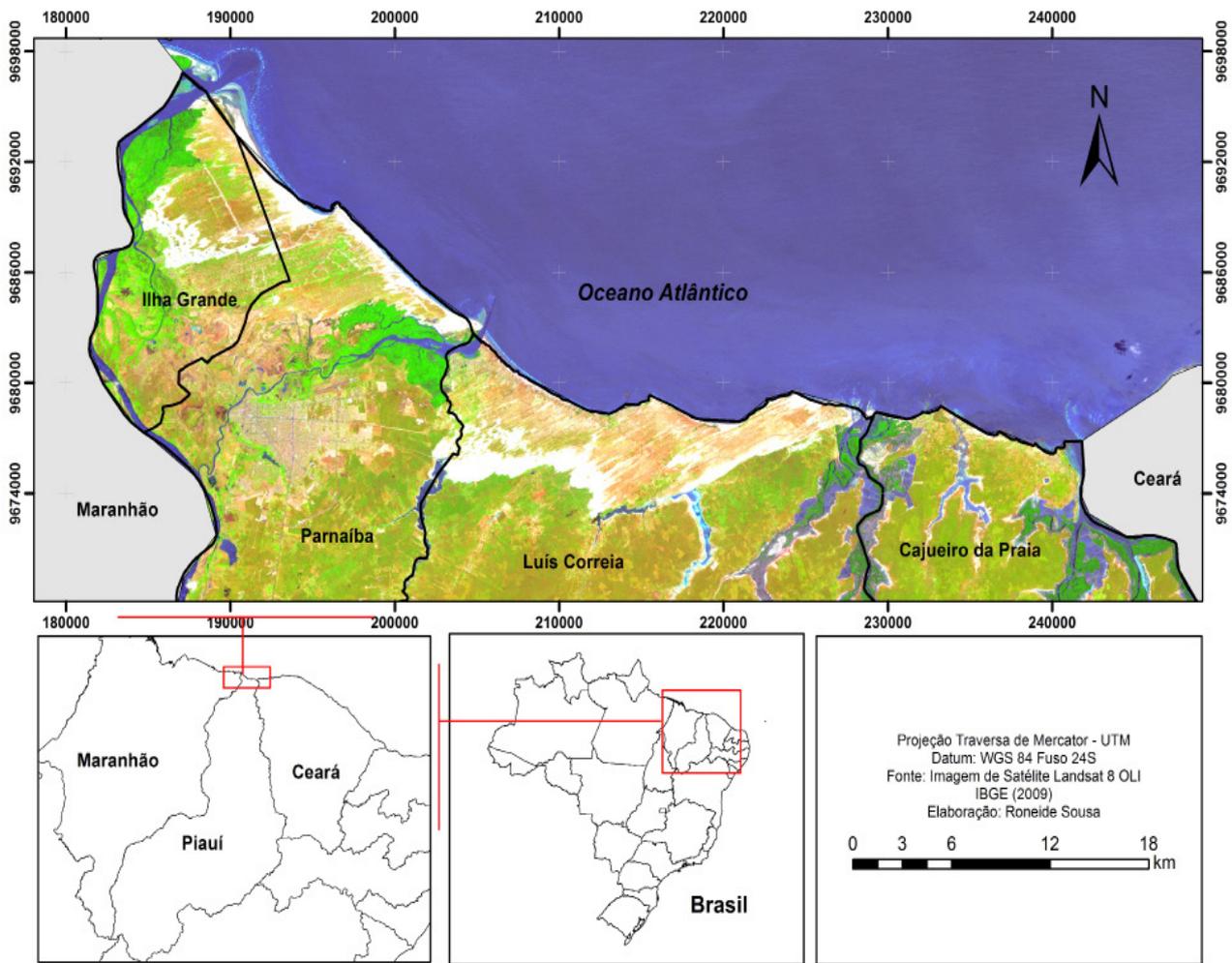


Figura 1-Mapa de localização da área de estudo: Planície costeira do estado do Piauí

Na planície costeira piauiense predominam sedimentos do período Terciário e Quaternário. Os sedimentos do período Terciários são representados pelo Grupo Barreiras, já os sedimentos do período Quaternário são representados pelos depósitos praias, eólicos, marinhos e lagunares e depósitos colúvio-aluvionares.

As unidades geomorfológicas que compõem a área em estudo compreendem os relevos de agradação, onde predominam os processos deposicionais, estes que por sua vez podem ser do tipo continental, a citar as planícies fluviais ou litorâneas, a planície costeira, a planície flúvio-marinha, as planícies colúvios-alúvio-marinhas, e as planícies flúvio-lagunares, e em relevos de degradação, correspondente aos Tabuleiros, onde predominam os processos erosivos.

As unidades pedológicas, segundo Jacomine (1986) predominam as areias quartzosas marinhas (AM), areias quartzosas (AQ9) os solos indiscriminados de mangues (SM), os Solonchak, (SK), os Solonetz-Solodizado (SSI), os Latossolos Amarelos (LA29), os Podzólicos vermelho-amarelo (PV6) e os Planossolos (PL4).

A vegetação da planície costeira piauiense se desenvolve, principalmente, na praia, nas dunas, nas áreas de mangues, ao longo dos cursos de água e nos tabuleiros, apresentando diferenças decorrentes das variações na composição edáfica e profundidade do lençol freático. A citar algumas espécies pioneiras de estrato herbáceo (gramíneas), vegetação litorânea de porte

arbóreo arbustivo e herbáceo arbustivo, vegetação de mangue, altamente especializada, suportando elevado nível de salinidade, vegetação ciliar, principalmente carnaúbas que se encontram fortemente alteradas (CAVALCANTI, 1996).

#### Procedimentos Metodológicos

Os objetivos traçados para o desenvolvimento da presente pesquisa exigem técnicas no sentido de facilitar a obtenção de informações que subsidiem a compreensão da área objeto de análise. Para tanto, os procedimentos metodológicos adotados foram divididos em duas etapas principais: o primeiro dedicado ao trabalho de gabinete, com a coleta de dados e materiais secundários por meio do geoprocessamento dos mapas básicos, e a segunda através do campo para a aferição da realidade terrestre.

O estudo seguiu a sequência da Figura 2, através do fluxograma para o estudo da paisagem costeira piauiense.

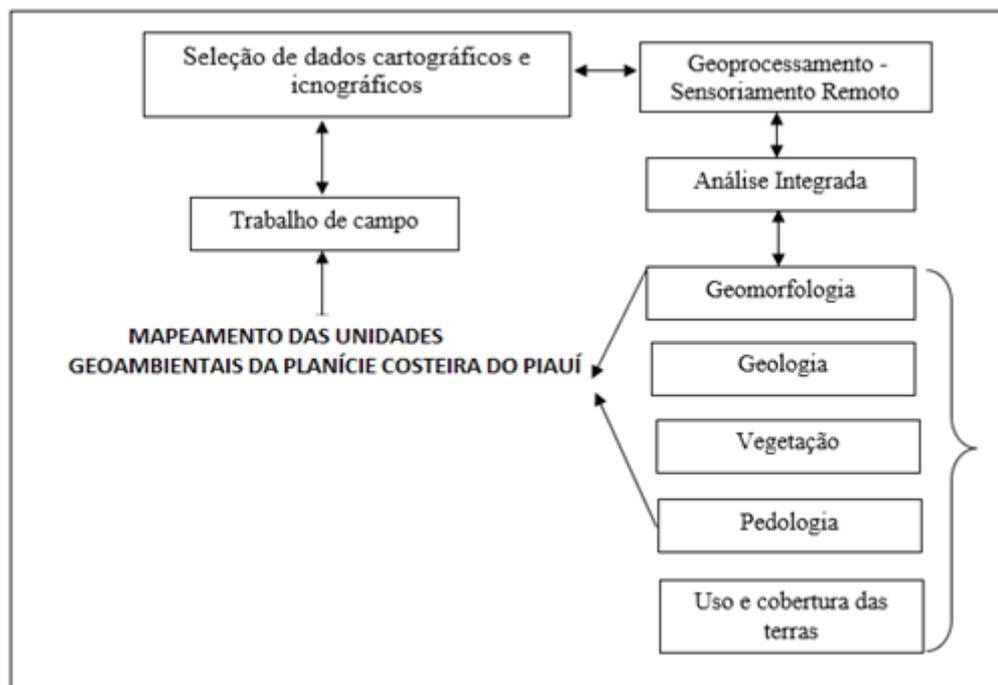


Figura 2- Fluxograma das etapas da Pesquisa  
Elaboração Sousa (2013)

### 3.2 Elaboração dos mapas

Para realizar a identificação e caracterização do mapeamento das unidades geoambientais da planície costeira do Piauí, torna-se necessário realizar o cruzamento de informações através de técnicas que envolvam mapeamento direto, com trabalho de campo, elaboração de perfis, análise de imagens de satélites, referentes as diferentes bandas espectrais e diferentes sensores, a exemplo dos sensores ETM Landsat 7 e OLI Landsat 8, e cartas topográficas, bem como a utilização de mapas pré-existent em diversas escalas para análise.

Diante disso foram elaborados os seguintes mapeamentos:

### 3.3 Mapa de unidades geológicas

Neste mapa foram identificadas as unidades geológicas da planície costeira do Piauí. A análise das imagens de satélite, referentes à textura e coloração permitiu destacar a existência de diferentes unidades litológicas que podem ser diferenciadas na paisagem costeira, teve como base os trabalhos da CPRM e RADAMBRASIL. Os trabalhos de campo permitiram o reconhecimento das unidades geológicas e puderam complementar as dúvidas que surgiram ao longo do mapeamento. Teve-se o auxílio das cartas topográficas, e o uso de aparelho de posicionamento global GPS, que permitiram uma maior precisão quanto à localização e deslocamento pela área.

O programa ArcGIS 10.1 auxiliou na elaboração do mapa, pois através de seu plano de informação temático, permitiu identificar a área que cada unidade litológica ocupa em relação planície costeira do Piauí, bem como as técnicas de sensoriamento. Foram identificadas as unidades: Delta e canais Fluviais, Depósitos eólicos não vegetados, Depósitos aluviais de planície de inundação, Depósitos flúvio marinhos, Grupo Barreiras, Depósitos eólicos vegetados, Depósitos flúvio lacustres, Paleodunas, Depósitos marinhos e eólicos.

### 3.4 Mapa de unidades de relevo

A delimitação e o mapeamento dos compartimentos geomorfológicos da planície costeira piauiense tiveram por base IBGE (2009) e Florenzano (2008). O primeiro define a categoria das unidades a serem mapeadas, e a segunda apresenta técnicas de exploração de imagens de sensoriamento remoto orbital e dos dados topográficos de radar interferométrico, da missão SRTM, para estudos geomorfológicos.

A delimitação e o mapeamento dos compartimentos geomorfológicos da planície costeira piauiense foram realizados, a partir do processamento e da análise dos dados morfométricos gerados através de produto SRTM, obtida no site do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil – TOPODATA/ INPE e de técnicas de sensoriamento remoto através da análise de imagem orbital de composição 6R5B4G do satélite OLI Landsat 8, obtida no site da NASA (glovis.org).

O software ArcGIS 10.1 foi utilizado para gerar o Modelo Digital de Elevação em 3D, o qual foi utilizado na interpretação visual, a partir da imagem SRTM, os dados obtidos a partir desta imagem correspondem a variável altimétrica, bem como seus produtos, as variáveis morfométricas correspondendo a declividade, o aspecto, a orientação de vertente e o relevo sombreado.

Foram estabelecidas preliminarmente, as unidades homogêneas de mapeamento por correlação, considerando padrões ou chaves de interpretação distribuídas hierarquicamente. Além do mapa final, foram elaborados, no software ArcGIS 10.1, mapas de apoio interpretativo que deram suporte ao entendimento dos processos morfológicos da área de estudo, como o mapa de declividade, mapa de relevo sombreado, mapa de orientação de vertente e o mapa hipsométrico.

Os produtos gerados (Hipsometria, Relevo Sombreado e Declividade) foram combinados em imagens de composição colorida no ArcGIS 10.1 (Ferramenta Composite Bands), o qual gera uma única imagem colorida de modelo (Altimetria) R(Sombra)G(Declividade)B. A partir do resultado da combinação é possível identificar as unidades de relevo, por meio das variações de tons e textura, bem como o auxílio do campo e fotografias.

Nesse sentido, o processo de identificação foi realizado por meio da digitalização manual das feições, através da criação de polígonos, para a separação dessas unidades, vale ressaltar que além da interpretação visual utilizou-se, também, imagens do Google Earth e os conhecimentos sobre a área em estudo.

Tendo como base a fundamentação metodológica proposta por IBGE (2009), porém adaptando aos objetivos e escala do trabalho, foi possível definir o nível de abordagem tratado neste mapeamento, com o estabelecimento de três classes taxonômicas hierarquizadas a partir de suas

escalas espaciais de análise e aqui definidas como ordem de grandeza.

A primeira ordem de grandeza (1º táxon) vincula-se às Coberturas de Sedimentos Cenozoicos da Bacia do Parnaíba e Depósitos Sedimentares Quaternários. A segunda ordem de grandeza (2º táxon) refere-se ao Domínio dos Planaltos Sedimentares, Domínio Litorâneo-Eólico e Domínio Flúvio-Marinho. Sequencialmente, a terceira ordem de grandeza (3º táxon), as unidades geomorfológicas.

A primeira ordem de grandeza de classificação taxonômica geomorfológica, segundo IBGE (2009), são os domínios Morfoestruturais, que ocorrem em escala regional e são responsáveis por organizar os fatos geomorfológicos segundo a geologia marcada pela natureza das rochas e pela tectônica atuante, compreendendo os maiores táxons na compartimentação do relevo. Esses fatores em conjunto com a ação climática ao longo do tempo geológico geram conjuntos de relevos cujas feições guardam as relações comuns com a geologia que no qual fora formado.

Já a segunda ordem de grandeza refere-se às Regiões Geomorfológicas, que representam, segundo IBGE (2009), compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, confere-lhes características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias.

E por fim, a terceira ordem de grandeza da taxonomia refere-se às Unidades geomorfológicas, definidas, conforme IBGE (2009), como um arranjo de formas altimétricas e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. Foram identificadas as unidades: Delta e canais Fluviais, Planície eólica, Dunas móveis, Dunas estabilizadas, Paleodunas, Planície Flúvio Marinha, Terraço Marinho, Planície e terraço fluvial, Planície Flúvio Lacustre e Tabuleiro Costeiro.

#### 4. Resultados e Discussão

Para a definição das unidades geoambientais utilizou-se como parâmetro os condicionantes fisiográficos da área de estudo, tendo como suporte a compartimentação geomorfológica. Ross (1990) entende que o conhecimento do relevo passa pela compreensão da paisagem como um todo, existindo, no entanto, uma relação estreita entre tipos de formas do relevo com os solos e estes com a litologia e o tipo climático atuante. Dessa forma levou-se, também, em consideração o nível de ocupação da área, o estado ambiental e uso e cobertura da terra sendo estes fundamentais para a análise das alterações antropogênicas na paisagem.

##### 4.1 Unidades Geoambientais da Planície Costeira Piauiense

A análise integrada dos mapas fisiográficos permitiu delimitar distintas unidades de paisagem na planície costeira piauiense. Apesar de um litoral com uma pequena extensão de 66km, o mesmo apresenta diferenças quanto ao seu relevo, distribuição de habitats e uso da terra. Devido ao relevo plano, formado por planícies e campos baixos, estão sujeitas a inundações periódicas, alterando significativamente a sua paisagem. Na tabela 1 e na figura 5 podem ser visualizadas as unidades delimitadas para a área.

Unidade Geoambientais	Área (ha)	Percentual (%)
Cordão Arenoso associado a praias e linha de costa	1604,56	1,85%
Campo de Dunas Móveis	3237,37	3,74%

Planície e Terraço Fluvial associado a vegetação de várzea e carnaúbas	12857,48	14,86%
Planície Flúvio Marinha associado a vegetação de mangue.	12334,81	14,26%
Tabuleiros Litorâneos	36696,16	42,42%
Paleodunas	3736,74	4,32%
Terraço Marinho	1481,72	1,71%
Planície e Terraço Flúvio Lacustre	5231,13	6,05%
Planície Eólica associado a Dunas Estabilizadas	9329,63	10,78%
<b>Total</b>	<b>86.509,60</b>	<b>100%</b>

Tabela 1. Unidade de Paisagem da planície costeira do Piauí

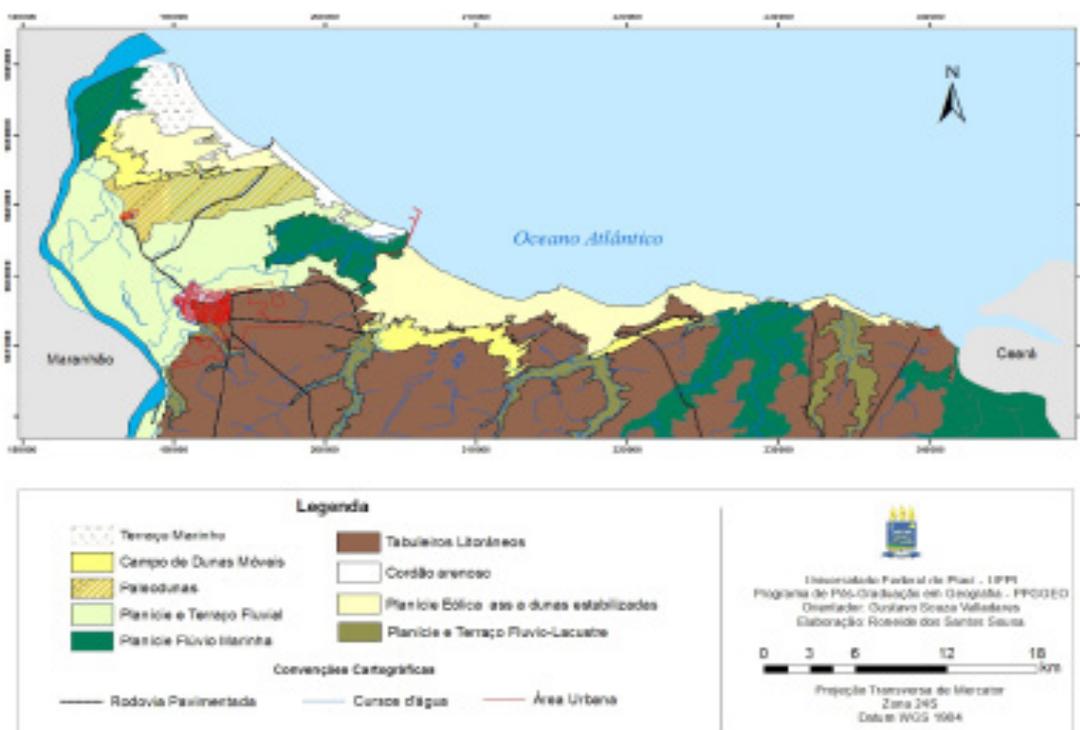


Figura 3 – Mapa das unidades geoambientais da planície costeira piauiense

#### Cordão arenoso associado a praias e linha de costa

Esta unidade corresponde a uma área plana resultante de acumulação marinha, podendo comportar praias, canais de maré, cristas de praia, restingas, ilhas barreira. Ocorre nas baixadas litorâneas sob a influência dos processos de agredação marinha. Trata-se de estreitos e alongados depósitos arenosos em contato direto com a faixa de praia, sendo considerado o depósito conti-

mental mais próximo do mar, com cotas que não excedem os 3 m.

É composto de material quartzoso, muito semelhante àquele encontrado nos depósitos sedimentares de praias atuais, podendo conter ainda componentes biodetríticos, apresentando cobertura vegetal natural do tipo restinga.

Na planície costeira do Piauí esta unidade localiza-se ao norte próximo a linha de costa, onde recebe sedimentos marinhos e eólicos, ocorrem geralmente às margens dos campos de dunas, embora ambos os tipos de depósitos possam existir independentemente. Esta unidade é classificada como ambiente instável, pois os processos morfogênicos são intensos. Por ser ambiente que recebe forte influência da maré através do transporte e deposição de sedimentos. Caracteriza-se por uma baixa ou quase nula ocupação, destinado principalmente ao lazer relacionado ao Turismo.

#### **4.1.2 Campos de Dunas Móveis**

Esta unidade corresponde a depósitos arenosos paralelos à linha de costa, com cotas variando de 5 a 40 m, superpondo nas cotas mais elevadas o Grupo Barreiras. É produzida pelo transporte e deposição de partículas pelo vento, sua assimetria é justificada pela inclinação maior no lado sotavento que no lado barlavento.

As dunas no litoral do Piauí, em sua maioria, apresentam formato do tipo barcanas, elas apresentam cristas em forma de meia-lua, com a face convexa voltada para barlavento e a côncava para sotavento, correspondendo à única face de deslizamento.

Trata-se de um depósito eólico holocênico que dispõe-se imediatamente após o sistema praial atual para o interior do continente, apresentando-se em forma de campos dunares compostos por dunas ativas e fixas e mantos de aspersão eólicos, ocorrendo de forma indiscriminada sobre as demais unidades dos depósitos litorâneos. São constituídos totalmente por areias claras, de granulometria fina e muito bem selecionados, apresentando em alguns locais contatos interditados com os depósitos eólicos pleistocênicos.

Esta unidade é classificada como ambiente instável, pois os processos morfogênicos são intensos, por ser ambiente que recebe forte influência da maré através do transporte e deposição de sedimentos.

#### **4.1.3 Planície e Terraço Fluvial**

Esta unidade corresponde a áreas planas resultantes de acumulação fluvial, periodicamente alagada, comportando meandros abandonados e cordões arenosos. Ocorrem nos vales com preenchimento aluvial, contendo material fino a grosseiro, pleistocênico e holocênico. São identificados em conjunto devido à limitação de representação nesta escala de mapeamento, correspondem às áreas nas proximidades do rio Parnaíba e Igarçu, com relevo plano resultante da acumulação fluvial, sujeita a inundações periódicas. Apresentam as melhores condições de solos e de disponibilidade hídrica. É considerada uma unidade moderadamente vulnerável.

#### **4.1.4 Planície Flúvio Marinha**

Esta unidade corresponde área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha sujeita a inundações periódicas, podendo comportar canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e deltas. Está situada no domínio Morfoestrutural Planície Costeira e no domínio morfoescultural Planície Flúvio-Marinha. Ocorre nas baixadas litorâneas, próximo às embocaduras

fluviais, e está localizada em áreas onde há influência das oscilações da maré.

Desenvolve-se da combinação de processos continentais e marinhos cujos agentes fluviais, terrestres e oceânicos propiciam a formação de um ambiente lamacento, encharcado, úmido, rico em matéria orgânica e com vegetação de mangue. Além disso, possui terrenos muito mal drenados com padrão de canal bastante meandranes e divagantes. Presença de superfícies de aplainamento e pequenas, sob influência de refluxo de mares.

Esta unidade apresenta uma ampla planície de maré desenvolvida em terrenos planos e baixos, protegidos da ação das ondas e sob influência de inundações regulares de água salgada. Sendo boa parte dessa unidade colonizada por mangues, os depósitos de manguezais são constituídos por sedimentos argilosos, plásticos e inconsistentes, ricos de matéria orgânica, restos de madeira e conchas. Qualquer forma de ocupação nessas áreas implica na realização de aterros e conseqüentemente no comprometimento do ecossistema. É um ambiente considerado instável.

#### **4.1.5 Tabuleiros Litorâneos**

Esta unidade corresponde ao Grupo Barreira. Ela é a unidade geomorfológica de maior ocorrência na área de estudo, compreende áreas com relevo relativamente plano e suave ondulado. Forma de relevo suavemente dissecada, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves ou colinas tabulares, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em "forma de U", resultantes da dissecção fluvial recente. Densidade de drenagem muito baixa com padrão de drenagem paralelo. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 50m e gradientes muito suaves, com sedimentação de colúvios e alúvios. É uma unidade considerada estável.

#### **4.1.6 Paleodunas**

Esta unidade corresponde às dunas antigas que estão recobertas por uma vegetação herbácea ou arbustiva, estando, portanto, imobilizado e bioestabilizadas. Essa unidade localiza-se próximo a praia de Atalaia no litoral do Piauí, a rugosidade expressa nas imagens de satélite nos faz individualiza-la com uma unidade diferenciada de paisagem na planície costeira.

Dessa forma, suas características peculiares quanto à paisagem já estabilizada, com terreno rebaixado e coberto por vegetação, sugere que antes fora um ambiente de dunas móveis. Sendo mais antigas, favorecem a estabilização do relevo, que ocorre através da melhoria das condições edáficas, contribuindo para uma maior estruturação das camadas superficiais, através de suportes de matéria orgânica. Unidade considerada moderadamente vulnerável.

#### **4.1.7 Terraço Marinho**

Esta unidade é marcada por superfícies aplainadas dominadas por áreas de restinga, áreas constantemente inundáveis. De idade holocênica, apresenta altitudes variando a poucos centímetros a 6 metros. Está localizado próximo a linha de praia, com uma topografia levemente ondulada devido a presença dos cordões arenosos. Esta unidade é constituída por areias finas a médias, bem selecionadas e com alta permeabilidade. Unidade considerada vulnerável.

#### **4.1.8 Planície e Terraço Flúvio Lacustre**

Esta unidade possui uma forma plana, levemente inclinada, elas se localizam próximo as prin-

cipais lagoas encontradas no litoral piauiense, sendo elas a lagoa do Portinho e lagoa do Sobradinho. Atualmente a Lagoa do portinho vem sofrendo com um processo de assoreamento de suas águas, devido a fatores naturais como a migração das dunas, bem como a barragem de suas águas de forma indiscriminada, bem como as mudanças climáticas.

#### **4.1.9 Planície de deflação eólica associado a dunas estabilizadas**

Esta unidade corresponde a uma área aplainada entre as dunas constituídas de sedimentos eólicos em laminações lisas, bem como estratificações cruzadas truncadas entre as dunas ativas. A extensão das interdunas varia em função do suprimento sedimentar e da presença de água no sistema (lençol freático). Esta unidade por possui campos natural é utilizada para a criação da pecuária extensiva.

### **5. Considerações Finais**

A compartimentação da Planície Costeira do estado do Piauí em unidades geoambientais possibilitou um melhor entendimento da configuração da paisagem em termos de elementos e processos envolvidos permitindo, com isso, a compreensão de certas especificidades frente aos limites e potencialidades de cada unidade. Assim, a compartimentação em unidades homogêneas possibilitou a compreensão dos fatores que caracterizam a dinâmica de funcionamento da Planície Costeira, no que se refere à associação entre os componentes naturais e antrópicos envolvidos.

As unidades identificadas na Planície Costeira do estado do Piauí apresentam ambientes com graus de fragilidade diferentes, visto que a mesma é acentuada nas áreas urbanizadas pelo grande adensamento demográfico. A ocupação concentrada e desordenada gera o esgotamento dos recursos naturais, desequilibrando os fluxos de matéria, energia e informação nas unidades.

Contudo, a interação dos componentes ambientais se mostrou relevante visto que a análise integrada possibilitou a identificação de unidades homogêneas na planície costeira, estas que se individualizam por suas características morfológicas. Com isso, o uso do geoprocessamento para análise dessas variáveis se mostrou eficaz no mapeamento, bem como técnicas de sensoriamento remoto para chegar à individualização dos ambientes, seguindo das aferições em campo que permitiu o controle dos alvos mapeados.

### **Referências**

AMORIM, R. R; OLIVEIRA, R. C. As Unidades de Paisagem como uma categoria de análise geográfica: O exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 20 (2): 177-198, DEZ. 2008

ARAÚJO, M. A. R. **Unidades de Conservação no Brasil e da república à gestão de classe mundial**. Belo Horizonte: SEGRAC, 2007.

BAPTISTA, João Gabriel. **Geografia Física do Piauí**. 2º Ed. COMDEPI,1975.

BERTRAND, G. 1972. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global – esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 13, p. 1- 27, 1972.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia Transversal e de travessias** – O meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Massoni, 2009.

CAVALCANTI, A. P. B. (1996). **Caracterização e análise das unidades geoambientais na planície deltaica do rio Parnaíba / PI**. Dissertação de mestrado. Rio Claro: UNESP / em Geografia UNESP/ Associação de Geografia Teorética AGETEO, 59-78.

FLORENZANO, T.G. (2008). “Cartografia”, in **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Org. por Florenzano, T.G., Ed. Oficina de Textos, São Paulo – SP, PP. 105 – 128.

FLORENZANO, Tereza Gallotti. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In. FLORENZANO, Tereza Gallotti (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNDAÇÃO CEPRO. **Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí: Relatório Geoambiental e Socioeconômico**. Teresina: s.e, 1996. 221p. ilustr.1984.

JACOMINE, P.K. T. **Levantamento exploratório de reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro: Embrapa. SNLCS/SUDENE-DRN, v.1, 1986, p. 91-95.

RADAMBRASIL. 1973. SA.23 São Luís e parte da folha SA 24 Fortaleza: **Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Ministério das Minas e Energia. Levantamento de Recursos Naturais v. 25. Rio de Janeiro. 639 p.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma visão Geossistêmica. **MERCATOR**, Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002

# ANÁLISE CLIMÁTICA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES (PI), BRASIL

JHULLI DE MELO MENDES  
LUAN GABRIEL MENESES PACIÊNCIA  
FRANCÍLIO DE AMORIM DOS SANTOS  
CLAÚDIA MARIA SABÓIA DE AQUINO

## Resumo

O conhecimento dos condicionantes climáticos das Unidades de Conservação (UC) é de grande importância no que tange o desenvolvimento e manejo adequado das mesmas. Nesse viés, o presente trabalho objetivou a análise dos componentes do Balanço Hídrico (BH) do Parque Nacional de Sete Cidades, localizado no Nordeste do estado do Piauí. Foram obtidos junto a Agência Nacional das Águas (ANA), dados de sete estações meteorológicas considerando o período de 1998 a 2014. Os dados foram empregados conforme metodologia proposta por Thornthwaite. Os parâmetros climáticos analisados foram: precipitação média anual, intensidade pluviométrica, temperatura, evapotranspiração potencial e real, excedente e déficit hídrico anual, índice de aridez e erosividade das chuvas. Constatou-se baixo nível de deficiência hídrica. Em contrapartida, o parque apresentou alto nível de erosividade, fato que pode favorecer a degradação dos solos.

**Palavras-chave:** Condicionantes climáticos. Método Indireto. Unidade de Conservação.

## Abstract

Knowledge of the climatic conditions of Conservation Units (UC) is of great importance regarding the development and proper management of them. In this bias, this study aimed to analyze the components of the water balance (BH) of the Parque Nacional de Sete Cidades, located in the state of Piauí in the Northeast. Together were obtained National Water Agency (NWA), seven meteorological stations data considering the period from 1998 to 2014. The data were employed according to the methodology proposed by Thornthwaite. Climatic parameters analyzed were: average annual rainfall, rainfall intensity, temperature, potential and actual evapotranspiration, surplus and annual water deficit, aridity index and rainfall erosivity. It found low level of water deficiency. In contrast, the park presented a high level of erosivity, which may favor soil degradation.

**Keywords:** Weather Conditions. Indirect Method. Conservation Unit.

## 1. Introdução

O conhecimento dos condicionantes climáticos de Unidades de Conservação (UC) é importante, posto que os mesmos atuam diretamente sobre a dissecação do relevo, principalmente, em áreas de clima quente, a exemplo do Parque Nacional de Sete Cidades, localizado no Nordeste do estado do Piauí. Ressalta-se que o modelado do relevo do referido Parque está diretamente relacionado aos fatores climáticos, principalmente, aos totais de precipitações.

Nesse contexto, foi utilizado o Balanço Hídrico (BH), conceituado como a somatória da quantidade de água que entra e sai de certa porção do solo em determinado intervalo de tempo (TOMASELLA e ROSSATO, 2005).

Wollmann (2014) realizou estudo no Parque Estadual do Itapuã, município de Viamão - RS. Em trabalho de campo, foram atribuídos quinze pontos de coleta de dados das variáveis climáticas do parque com Dataloggers de Temperatura de Umidade, organizando-os em forma de tabela. As variáveis de umidade relativa do ar e temperatura de bulbo seco e úmido possibilitaram resultados que apontam variações térmicas e higrométricas em relação aos dados do Instituto Nacional de Meteorologia. A diferença se dá pela influência da altitude, da vegetação e ainda da presença de corpos hídricos.

Miranda e Santos (2008), ao utilizar de dados meteorológicos primários coletados do município de Duas Barras (RJ) e através da metodologia de Thornthwaite (1948), analisaram o Balanço Hídrico regional objetivando a disponibilização de maior número de informações acerca do norte fluminense. Os resultados detectaram temperaturas médias anuais ideais para o desenvolvimento da cultura do café, possuindo clima mesotérmico e úmido, com pequena deficiência hídrica.

A análise climática do Parque Nacional de Sete Cidades foi realizada mediante elaboração do Balanço Hídrico (BH), que está relacionado à dinâmica das relações da atmosfera com o sistema solo-planta. Logo, foram analisadas as seguintes variáveis do BH: Precipitação (P), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR), Índice de Aridez (IA), Excedente e Déficit Hídrico, Erosividade das chuvas (R).

Para estimativa dos elementos do BH foram utilizadas sete estações meteorológicas da Agência Nacional das Águas (ANA), considerando uma série histórica de 1998 a 2014. Os dados foram refinados através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) Quantum GIS (QGIS) versão 2.10.1 - Pisa, por meio do método de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância).

Dessa forma, o estudo teve como objetivos: i) analisar os componentes do Balanço Hídrico, ii) elaborar mapas temáticos dos componentes do BH do PARNA em estudo; iii) estimar as áreas do referido PARNA com maior potencial erosivo.

## 2. Materiais e métodos

Para estimativa dos condicionantes climáticos do Parque Nacional de Sete Cidades, considerou-se uma série histórica de 1998 a 2014. Os dados foram obtidos de sete estações meteorológicas da ANA (Figura 1). Posteriormente, os referidos dados foram empregados em metodologia proposta por Thornthwaite (THORNTHWAITTE e MATHER, 1955). As falhas encontradas nas séries foram corrigidas através do Método de Ponderação Regional, proposto em Tucci (1993).

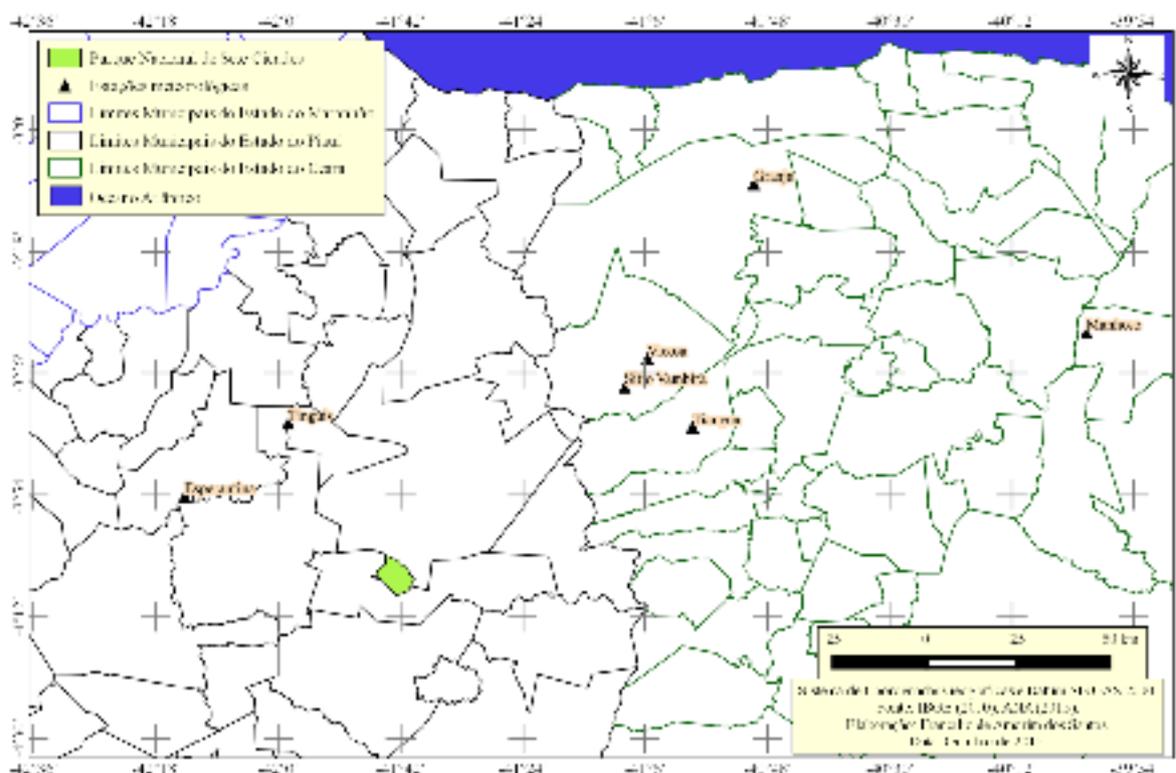


Figura 1 - Espacialização das sete estações meteorológicas da Agência Nacional das Águas (ANA) e da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), utilizadas para elaboração do Balanço Hídrico (BH), no Parque Nacional de Sete Cidades.

Fonte: MMA (2004); IBGE (2010).

A Precipitação (P) corresponde ao principal elemento para os modelos de Balanço Hídrico, entretanto, de acordo com Xu e Singh (1998), é a mensuração a partir de dados disponíveis em redes de estações que influenciam a confiabilidade dos cálculos do BH. A partir da relação entre Precipitação e o número de meses chuvosos ao longo do ano, que de acordo com BRASIL (1979), corresponde a 5 (cinco) meses, foi possível estabelecer a Intensidade Pluviométrica, conforme representado na Equação 1:

$$IP = P / MC \quad [\text{Eq. 1}]$$

Onde:

IP = Intensidade Pluviométrica;

P = Precipitação Média Anual;

MC = Número de Meses Chuvosos.

A Evapotranspiração Potencial (ETP) relaciona-se à quantidade de água necessária para fazer a manutenção da cobertura vegetal, permitindo-a estar sempre verde em função de determinada temperatura (AQUINO, 2010). A Evapotranspiração Real (ETR) corresponde a real quantidade de água que sai do sistema por meio da transpiração e que é utilizada pelas plantas em suas atividades primárias.

O Índice de Aridez (IA) é elaborado através do quociente entre a Precipitação Média Anual e a Evapotranspiração Potencial Anual, conforme exposto na Equação 2.

$$IA = P / ETP \quad [\text{Eq. 2}]$$

Onde:

IA = Índice de Aridez;

P = Precipitação Média Anual;

ETP = Evapotranspiração Potencial Anual.

A Erosividade das chuvas (R) é considerada por Lombardi Neto e Pastana (1972) como o principal agente causador de erosão no solo, que varia de acordo com a duração, a intensidade e a distribuição das chuvas. Nesse sentido, o presente estudo utilizou o método indireto, proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), conforme exposto na Equação 3. Destaca-se que esse método estima com relativa precisão os valores de R para longos períodos, considerando uma equação de regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente de chuva.

$$E = 67,355 (r / P)^{0,85} \quad [3]$$

Onde:

E = média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);

r = precipitação média mensal em mm;

P = precipitação média anual em mm.

Para mensurar o fator R é necessário determinar a média mensal do índice de erosão, conforme propõe Carvalho et al. (2010), enquanto dos dados de 'r' foram obtidos das planilhas das sete estações da rede hidrogeológica da ANA, considerando os 1998 a 2014, conforme apresentado anteriormente na Figura 1.

Os dados das sete estações meteorológicas foram manuseados e refinados através do programa computacional CRIATEMP versão 1.0 (OLIVEIRA e SALES, 1990), para estimar os valores das variáveis do BH. Posteriormente, os valores obtidos foram tabelados através do programa Microsoft Excel 2010, em seguida utilizados para a construção de isolinhas e, conseqüente, elaboração de mapas das variáveis do BH, no SIG Quantum GIS (QGIS) versão 2.10.1 - Pisa, considerando o método de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância).

## 2.1 Localização e caracterização da área em estudo

O PARNA de Sete Cidades está situado no Nordeste do estado do Piauí, entre os municípios de Brasileira e Piracuruca, mais precisamente entre as Coordenadas Geográficas: 04°05'S e 04°15'S e 41°30'W e 41°45'W (Figura 2). O referido PARNA apresenta 6.221 ha de extensão, delimitado por um perímetro que compreende 36,2 km (BRASIL, 1979).

O referido PARNA foi criado através do Decreto 50.744, de 08 de junho de 1961 (BRASIL, 1961), atualmente é administrado pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio). Conforme disposto na Portaria nº 126, de 14 de dezembro de 2010, seu Conselho Consultivo, que objetiva "[...] contribuir com ações voltadas à gestão participativa, implantação e implementação do Plano de Manejo desta Unidade, bem como ao cumprimento dos seus objetivos de criação" (BRASIL, 2010).

O PARNA estudado situa-se sobre arenitos da Formação Cabeças. O relevo abrange chapadas e uma seqüência de superfícies estruturais pediplanas, predominando relevo de linhas suaves. Destaca-se, ainda, a presença de testemunhos e superfícies mais baixas e/ou médias cônicas e

tabulares (BRASIL, 1979).

A partir de dados da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais foi possível identificar as seguintes associações de solos: Plintossolo Pétrico Concrecionário, Neossolo Litólico Distrófico e Neossolo Quartzarênico Órtico (INDE, 2014). Os referidos solos apresentam cobertura vegetal do tipo cerrado com manchas de cerradão, campos abertos inundáveis, matas ciliares, caatinga e floresta decídua (BRASIL, 1979).

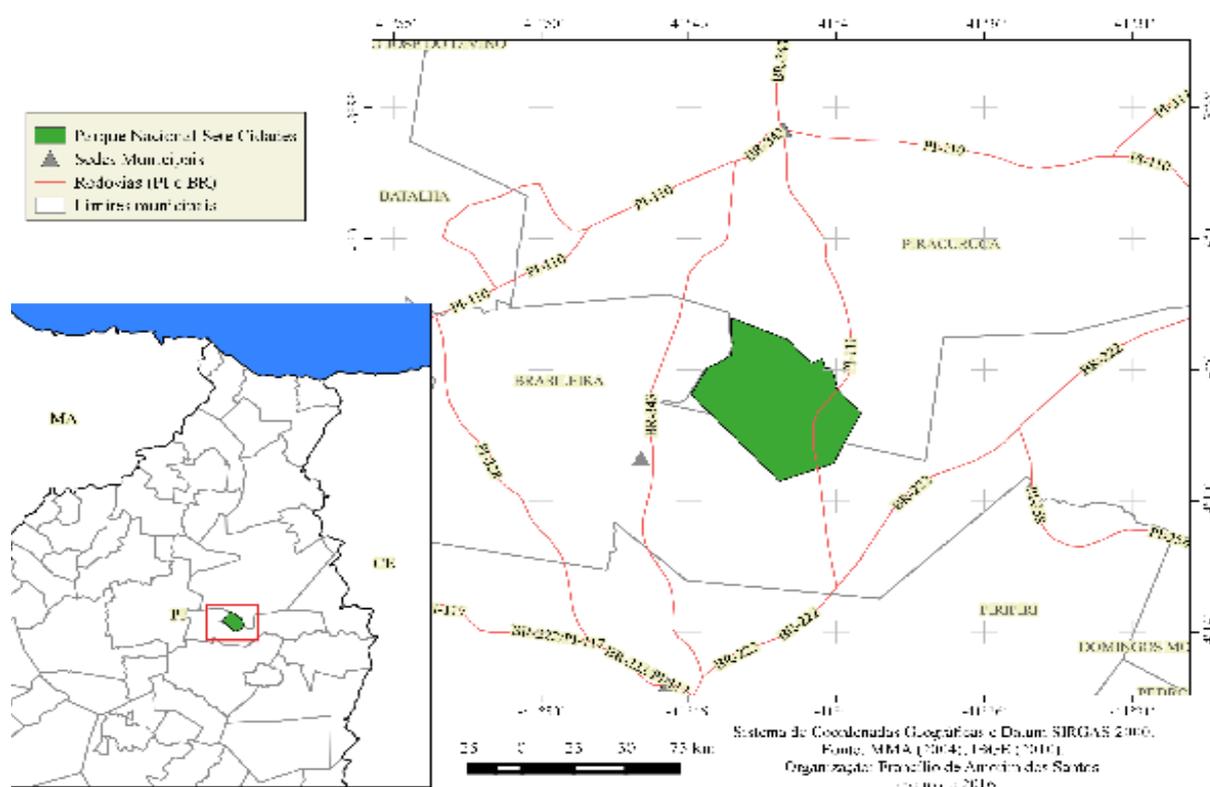


Figura 2 - Localização do Parque Nacional de Sete Cidades (PI), Brasil. Fonte: MMA (2004); IBGE (2010).

### 3. Resultados e discussões

A partir dos dados obtidos através das sete estações meteorológicas da ANA, considerando a série histórica de 1998 a 2014, com manuseio e refinamento realizado no SIG QGIS, foi possível elaborar a Tabela 3. A mesma contém as informações dos parâmetros elencados para análise climática do Parque Nacional de Sete Cidades. O PARNA de Sete Cidades apresentou totais de precipitação média anual de 1.258 mm de 1998 a 2014, com intensidade pluviométrica média de 247,3 mm. A partir desses valores foi possível inferir que o grande volume de precipitação concentrada em curto período de tempo, especificamente 5 meses, aliado a solos jovens, conforme dados do INDE (2014), acentuam a fragilidade na área em questão.

Parâmetro	Média dos postos
Precipitação Média Anual (mm)	1.258
Intensidade Pluviométrica (mm)	247,3
Temperatura (°C)	24,8
Evapotranspiração Potencial (mm)	1.388,9

Evapotranspiração Real (mm)	1.088,6
Excedente Hídrico Anual (mm)	430,9
Déficit Hídrico Anual (mm)	297,8
Índice de Aridez	0,9 (nível baixo*)
Erosividade das chuvas (MJ.mm/ha.h.ano)	7,760 (nível alto*)

Tabela 3 - Média dos parâmetros do Balanço Hídrico (BH), do Parque Nacional de Sete Cidades.

Fonte: Estações Meteorológicas da ANA (1998 a 2014).

\*Classe estimada por Santos (2015).

Ressalta-se que a concentração das chuvas no citado PARNA é uma característica típica do clima tropical. Cita-se, ainda, que a dinâmica climática da Unidade de Conservação sobre influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que predomina no período do verão, havendo cuja estação chuvosa concentra-se de dezembro a maio, conforme exposto na Figura 3.

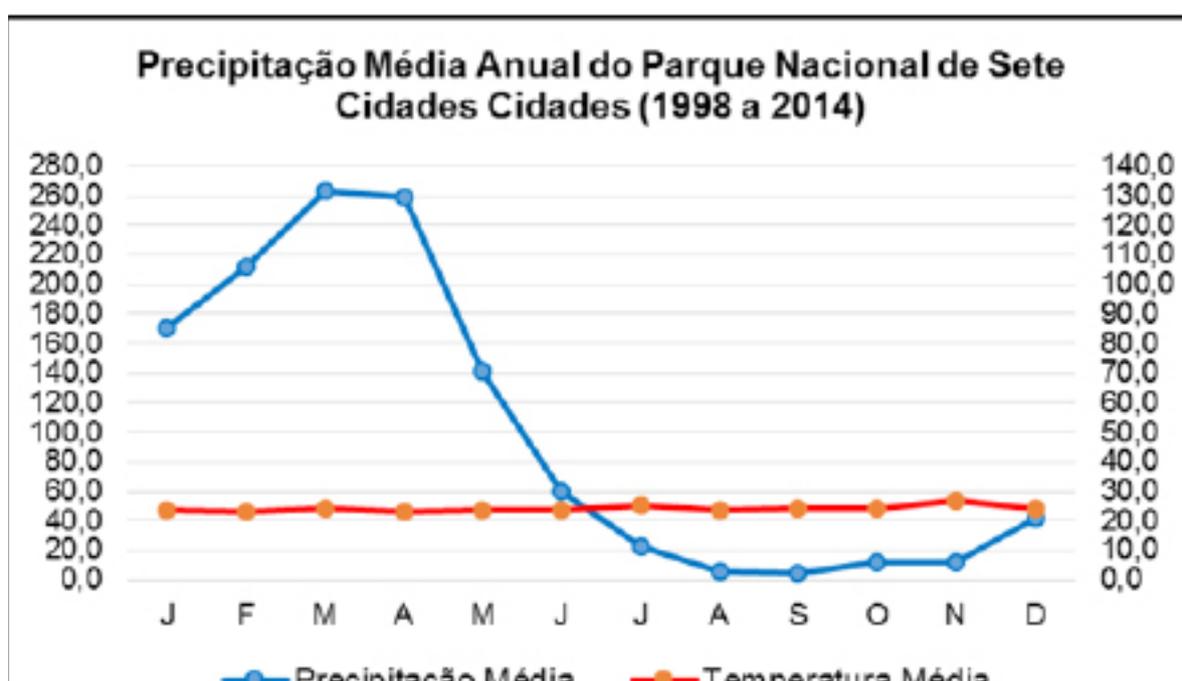


Figura 3 - Precipitação Média Anual do Parque Nacional de Sete Cidades, série histórica de 1998 a 2014.

Fonte: ANA (1998 a 2014).

Levando em consideração a temperatura média anual de 24,8°C, foi obtido um valor de Evapotranspiração Potencial (ETP) de 1.388,9 mm e de 1.088,6 mm para Evapotranspiração Real (ETR), valores típicos de ambiente semiáridos, muito embora o índice de aridez, não permita caracterizar a área como suscetível à desertificação. Cabe destacar que, de acordo com os dados da série histórica de 1998 a 2014 das estações da ANA, é possível afirmar que os meses de janeiro a maio são os que apresentam os maiores valores de ETP e ETR. Tal fato deve-se a alta concentração dos totais de precipitações nesse período.

Destaca-se, ainda, que a média anual do excedente hídrico do parque foi de 430,9 mm e o déficit hídrico apresentou média anual de 297,8 mm. Logo, a retenção de água no solo do parque

é maior que a saída, o que justifica o alto valor obtido para o Índice de Aridez (IA), o que consequentemente exclui o Parque do risco de desertificação.

Foi possível observar que a referida Unidade de Conservação está submetida ao alto potencial da Erosividade das chuvas (R), o que se deve ao significativo volume pluviométrico concentrado em poucos meses do ano. Ressalta-se que o alto potencial do fator R associado aos solos jovens e baixa proteção da cobertura vegetal asseveram a fragilidade ambiental na área estudada.

De forma integrada é possível perceber que a área de conservação estudada apresenta fragilidade ambiental natural, quando considerados os elementos do BH. Nesse sentido, requer estudos posteriores para conhecimento de outros elementos da dinâmica da paisagem, possibilitando subsidiar o planejamento e atualização do Plano de Manejo.

#### 4. Considerações finais

O presente trabalho possibilitou analisar os condicionantes climáticos a partir do Balanço Hídrico (BH). Nesse sentido, foi possível inferir que o PARNA estudado apresentou totais de precipitação média anual de 1.258 mm e intensidade pluviométrica média de 247,3 mm, havendo desse modo grande volume pluviométrico concentrado em curto período de tempo.

Os demais dados obtidos apontam temperatura média anual de 24,8°C, Evapotranspiração Potencial (ETP) de 1.388,9 mm e Evapotranspiração Real (ETR) de 1.088,6 mm, excedente hídrico anual de 430,9 mm e déficit hídrico anual de 297,8 mm.

Diante do exposto, pode-se afirmar que o estudo dos condicionantes climáticos das do Parque Nacional de Sete Cidades foi fundamental, pois gerou informações importantes para subsidiar a atualização do Plano de Manejo. Destaca-se, ainda, que a metodologia utilizada se mostrou eficaz ao atender os objetivos estabelecidos previamente, podendo a mesma ser aplicada a outras áreas.

#### Referências

AQUINO, C.M.S. **Estudo da degradação / desertificação no núcleo de São Raimundo Nonato - Piauí**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe - UFSE. São Cristóvão, 2010.

ANA - Agência Nacional de Águas. Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas – ano de 1998 a 2014**. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 09 de julho de 2015.

BRASIL. **Decreto nº 50.744, de 8 de junho de 1961**. Cria o Parque Nacional de Sete Cidades, integrante da Seção de Parques e Florestas Nacionais do Serviço Florestal, do Ministério da Agricultura.

BRASIL. ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Portaria nº 126, de 14 de dezembro de 2010**. Cria o Conselho Consultivo do Parque Nacional de Sete Cidades - PI.

BRASIL. Ministério da Agricultura. IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. **Plano de Manejo do Parque Nacional de Sete Cidades**. Doc. Téc. Nº 1. Brasília. 1979.

CARVALHO, E.M.; PINTO, S.A.F.; SEPE, P.M.; ROSSETTI, L.A.F.G. Utilização do geoprocessamento para avaliação de riscos de erosão do solo em uma bacia hidrográfica: estudo de caso da bacia do rio Passa Cinco/SP. In: **Anais III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, nº1, p.15-28, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal digital do Brasil: situação em 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <[http://ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas\\_digitais/](http://ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas_digitais/)>. Acesso em 27 de agosto de 2015.

INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **Mapa de Solos da Folha SB.24 - Jaguaribe**. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. 2014. Acesso em 27 de novembro de 2015.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. **Erosividade da chuva**: sua distribuição e relação com perdas de solos em Campinas - SP. *Bragantina*, Campinas, v. 51, nº 2, p.189-1996, 1992.

MMA - Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Download de dados geográficos**. 2004. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em 27 de agosto de 2015.

MIRANDA, R.A.C.; SANTOS, A. de S. dos. **Balanço Hídrico e classificação climática de Thornthwaite em Duas Barras (RJ)**. *Geo UFRJ*, v.1, nº18, p.171-182, 2008.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S. de O. **Dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro**. Departamento de Meteorologia. Maceió, p. 1334-1342, 2012.

OGAWA, F.S.; LAPOLA, D.M.; TORRES, R.R. Análise das projeções de mudanças climáticas do quinto relatório do IPCC dentro das áreas protegidas brasileiras. In: **XXIV Simpósio de Iniciação Científica**. Bauru, 2015.

OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L. **Software estatístico CRIATEMP**. Version 1.0. [S.1.], 1990. Disponível em Ambiente DOS.

SANTOS, F.A. **Mapeamento das unidades geoambientais e estudo do risco de degradação/desertificação nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) / Universidade Federal do Piauí. 2015. 187p.

THORNTHWAITTE, C.W.; MATHER, J.R. **The Water Balance** - Publications in Climatology. New Jersey: Centerton, v. VIII, nº 1, 1955.

TOMASELLA, J.; ROSSATO, L. **Balanço Hídrico**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP, 1993. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4). 952.p.

WOLLMANN, C.A. Variabilidade climática e controle do clima em unidades de conservação: estudo de caso no Parque Estadual de Itapuã, Viamão/RS, sob Domínios Atmosféricos Tropicais. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, p. 194-209, 2014.

XU, C.Y.; SINGH, V.P.A Review on Monthly Water Balance Models for Water Resources Investigations. **Water Resources Management**, vol. 12, p.31-50. 1998.

# APLICABILIDADE DOS DADOS GEOMORFOMÉTRICOS AOS MAPEAMENTOS TEMÁTICOS VOLTADOS A ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA

ARYBERG SOUZA DUARTE  
FREDERICO DE HOLANDA BASTOS  
EDMUNDO RODRIGUES DE BRITO

## Resumo

Este trabalho abordará a aplicabilidade dos dados geomorfométricos para o mapeamento de áreas susceptíveis aos movimentos de massa, em áreas alocadas em vertentes, e consequentemente ao mapeamento temático aplicado a áreas de Risco Geológico/Geomorfológico. O trabalho inicia na escolha do modelo conceitual de Risco proposto em UN-ISDR (2004), posteriormente da análise da aplicabilidade dos dados geomorfométricos, e em seguida pelo cruzamento dos registros de ocorrência de diferentes tipos de movimentos de massa, na Serra da Meruoca – Ceará – Brasil, com os dados geomorfométricos dos respectivos locais de ocorrência. Os dados geomorfométricos utilizados foram a declividade, o comprimento de rampa, as curvaturas verticais e horizontais, área de captação e formas do terreno. Os movimentos de massa em declividades acentuadas (acima de 35º) em sua totalidade foram do tipo: tombamento, deslizamento e queda de blocos, em terrenos predominantemente convexos e fluxo divergente, bem como em áreas de captação não superior a 1 hectare, e com rampas menores que 20 metros. Os movimentos de massa do tipo deslizamento, fluxos de blocos e solos ocorreram em declividades entre 15º a 35º, em áreas côncavas, planares e convexas, tanto em áreas de escoamento divergente, planar e convergente, porém as respectivas áreas possuíam valores de comprimento de rampa em média superior a 70 metros, e áreas de captação acima de 5 hectares. Os dados morfométricos derivados de MDE SRTM de resolução de 30 metros apresentaram bons resultados no cruzamento com os registros de movimentos de massa, de tal forma a apresentar resultados em consonância com o que é apontado pela literatura pertinente, porém a resolução MDE e um fator limitante a análise das características das superfícies menores que 30 metros.

**Palavras-chave:** Risco geológico/geomorfológico; Mapeamento de susceptibilidade; Modelo Digital de Elevação, Aspectos das superfícies.

## Abstract

This paper discusses the applicability of geomorphometric data in order to map hillside areas which are susceptible to mass movements and consequently to the thematic mapping applied to those areas which are at risk of Geological / Geomorphological hazard. The work starts at choosing the conceptual model of risk proposed in UN-ISDR (2004), subsequently it is necessary to analyze the applicability of the geomorphometric data and finally crosscheck them with different types of mass movement events recorded at Serra da Meruoca - Ceará - Brazil. The Geomorphometric data which were used in the work are: slope, slope length, vertical and horizontal curvatures, catchment areas and landforms. Mass movements on steep slopes (35º) in its entirety were like: overturning, sliding and falling blocks in convex lands of divergent flow, in some cases with convergent flow as well as in areas of contribution not greater than 1 hectare and ramps below 20 meters. Mass movements like landslides, blocks and soil flows had occurred in slopes between 15º to 35º in concave, planar and convex areas as well as diverging, planar and convergent area flows, but those areas had ramp length values on average more than 70 meters, and areas of contribution over 5 hectares. Morphometric data derived from MDE SRTM with resolution of 30 meters had good results in the junction with mass movement records, such as to deliver results in line with what is indicated by the relevant literature, but the MDE resolution is a limiting factor for the analysis of the characteristics of surfaces smaller than 30 meters.

## 1. Introdução

Os movimentos de massa são parte fundamental da evolução das encostas e vertentes, bem como das paisagens alocadas nessas áreas, (BIGARELLA, 2003). Tais fenômenos possuem a capacidade de mobilizar grande quantidade de material, de tal forma a se apresentarem como importantes processos geomórficos modeladores das superfícies, tais processos possuem forte influência da gravidade e possuem diferentes agentes deflagradores, (BIGARELLA, 2003; DIAS; BARROSO, 2006; BRASIL, 2007; BASTOS, 2012).

Quando os movimentos de massa são associados a áreas sob ocupação ou uso humano, tais fenômenos podem trazer danos e perdas socioeconômicas através de perdas materiais (moradias, praças, monumentos, escolas, estradas e etc.) e imateriais (vidas humanas e animais), (PEREIRA, 2011). Conforme a ONU (1993), um dos fenômenos naturais que mais proporcionam prejuízos financeiros e mortes no mundo são os movimentos de massa, através de manifestações que podem atingir níveis catastróficos.

Sob influência dos mecanismos intrínsecos a cada tipo de processo, os movimentos de massa se manifestam em diferentes níveis de intensidade e velocidade, de tal forma a mobilizar materiais de granulometria semelhantes ou diversificados, através de diferentes tipos de processos que podem ocorrer de forma isolada ou em eventos envolvendo mais de um tipo de movimento de massa (DIKAU, 2004).

Os movimentos de massa dependem de condições locais: estrutura geológica; tipo do material; declividade; orientação e forma da vertente; área de captação; intensidade e distribuição das precipitações (GUIMARÃES et al., 2008).

Dentro do contexto apresentado, as propriedades mecânicas intrínsecas dos solos e rochas são submetidas a diferentes mecanismos controladores ou agentes deflagradores, entre esses se destacam a forte influência da declividade e das formas curvas dos terrenos. Dikau (2013) descreve a relevância da declividade mesmo em processos deflagrados pela ação da água, através da influência que a declividade exerce sobre os fluxos de água em superfícies ou subsuperfícies.

Mudanças no ângulo de inclinação ou nas formas curvas dos terrenos ao longo de uma vertente podem ter diferentes origens: estruturais, rupturas, falhas, erosão diferencial, erosão por parte da concentração de fluxos e diferentes tipos de movimentos de massa. Tais mudanças imprimem evidências de antigos processos, como também podem proporcionar meios para novos processos, como por exemplo na mudança do ângulo de inclinação da base de um talude ou encosta por parte da remoção de material subjacente, de tal forma a instabilizar o material adjacente (CLASSENS et al., 2013).

Conforme Bispo et al. (2009), as formas curvas dos terrenos exercem importante papel como mecanismos controladores dos processos de movimentos de massa, os autores apontam que a inclusão dos respectivos dados geomorfométricos na modelagem e no mapeamento de áreas sujeitas aos movimentos de massa são importantes para o delineamento de áreas potenciais a serem atingidas.

Este trabalho objetiva descrever a influência que os aspectos superfícies do terreno exercem sob os diferentes tipos de movimentos massa, conseqüentemente apontar as aplicabilidades dos dados geomorfométricos aos mapeamentos de susceptibilidade aos movimentos de massa, e conseqüentemente ao mapeamento temático aplicado a áreas de risco.

Bem como apresentar o cruzamento de dados das ocorrências de diferentes tipos de movimentos de massa, ao longo da Serra da Meruoca, Ceará-Brasil, com os dados dos aspectos geomorfométricos das respectivas áreas de ocorrências.

## 2. Referencial Teórico

O referencial teórico desse trabalho é dividido em quatro partes, onde a primeira apresenta um modelo conceitual de Risco, no qual é apresentado os conceitos de Perigo, Vulnerabilidade e Risco, bem como é descrito sobre a necessidade de conhecimento sobre o Perigo e a Vulnerabilidade para poder se alcançar o conhecimento do Risco.

Em segundo momento é apresentado o conceito de movimentos de massa, no qual é discutido as diferenciações entre os diferentes tipos de movimentos de massa, e os diferentes processos e materiais envolvidos.

Em um terceiro momento é apresentado o conceito de geomorfometria como uma área do conhecimento que possui uma estreita relação com a evolução e com a dinâmica das paisagens alocadas em vertentes. Consequentemente com os processos geomórficos e com os processos de transporte de material, fluxos de água em superfície e subsuperfícies.

Em uma quarta etapa, com base no levantamento bibliográfico, é apresentado a relação entre os aspectos geomorfométricos, ou seja, dos aspectos das superfícies dos terrenos, com os diferentes tipos de movimentos de massa.

### 2.1. Modelo Conceitual de Risco

Dentro do anunciado sobre o mapeamento temático aplicado a áreas de risco, tais mapeamentos demandam um modelo conceitual e metodológico que abranja os diferentes níveis e escalas de detalhe, dos diferentes elementos associados ao risco, sobretudo ao risco geológico/geomorfológico, que é o tema de estudo desse artigo.

Conforme a UN-ISDR (2004), o risco pode ser definido como a combinação da probabilidade de um determinado evento e suas consequências negativas. O risco é a concatenação da susceptibilidade a eventos potencialmente danosos com os elementos passíveis de serem afetados, levando em consideração as distinções e características de cada elemento passível ao fenômeno potencialmente danoso. (GARCIA; ZÊZERE, 2003).

Nesse modelo conceitual o Risco é entendido como a probabilidade e severidade expectável do número de vidas perdidas, pessoas feridas, danos em propriedades ou interrupção de atividades econômica ou perda da qualidade ambiental, por parte de eventos potencialmente perigosos, (GARCIA; ZÊZERE, op cit), ou seja, para alcançar a modelagem e o mapeamento de áreas de risco, é necessário abordar primeiramente a modelagem e o mapeamento da susceptibilidade dos processos potencialmente perigosos (dotados de periculosidade em escalas temporais e espaciais, (FIGURA – 1).

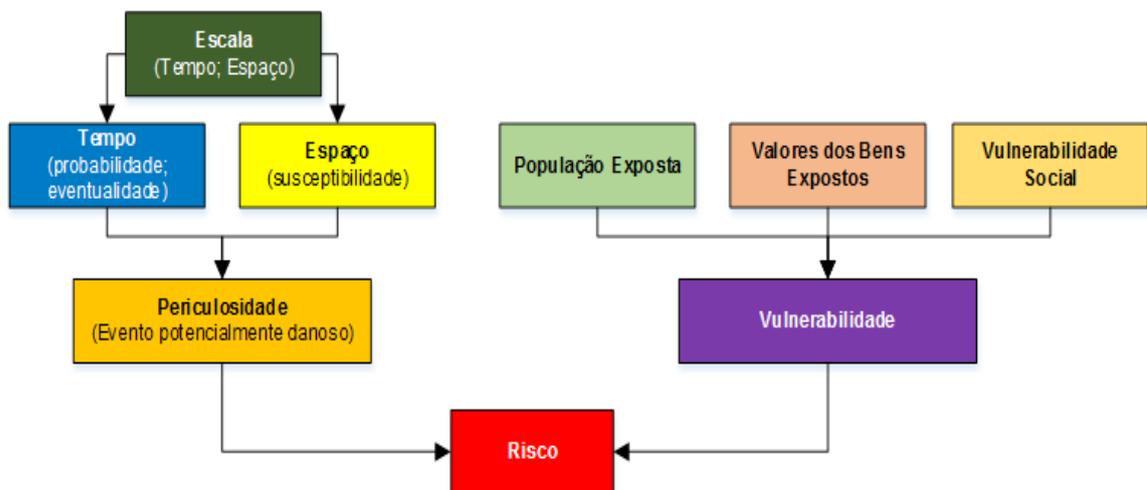


Figura – 1. Modelo Conceitual de Risco. Fonte: Adaptado de Cunha e Ramos (2013).

Com base no anunciado modelo conceitual de Risco, o presente trabalho apresentará a aplicabilidade dos dados geomorfométricos aos mapeamentos e modelagens de susceptibilidade aos movimentos de massa, desta forma servindo de base de dados aos mapeamentos temáticos aplicado a área de risco.

## 2.2. Geomorfometria

A geomorfometria é a área do conhecimento que analisa a superfície terrestre com base em dados quantitativos e qualitativos oriundos de um Modelo Digital de Elevação (MDE), (PIKE, 2000). Os referidos dados geomorfométricos entram como parâmetros básicos nos estudos da morfo-dinâmica e na compreensão e diferenciação dos tipos de movimentos de massa, bem como na compreensão da integração do relevo com os demais componentes da paisagem, (CLASSENS et al., 2013).

Servindo de base para as análises da circulação de material sobre a superfície (índices de erosão ou movimento de massa), através mensuração de aspectos, curvaturas, declividade, comprimento de vertentes, convergência de fluxo e formas das superfícies, o mapeamento das características geomorfométricas ganha papel básico na análise e na descrição da morfologia dos terrenos, de parâmetros hidrológicos e confluência de fluxos, (PIKE, 2009).

## 2.3. Os movimentos de massa

Dikau (2004) descreve que os fenômenos de movimento de massa possuem diferenciações conforme a natureza do movimento, e o tipo do material, de tal forma a condicionar diferentes níveis de velocidade nos processos. O autor aponta um sistema de classificação no qual é levado em consideração o material envolvido e o tipo do movimento.

O referido sistema elucida uma classificação que coloca o tipo do material envolvido sob diferentes tipos de movimentos, Dikau divide os movimentos de massa em quedas (falls), tombamentos (topple), deslizamentos rotacionais e translacionais (slide), espalhamentos laterais (lateral spreading), fluxo (flow) e movimentos complexos que podem ser constituídos por dois ou mais processos, (TABELA 1).

Tipo do Movimento		Tipo do Material		
		Rocha	Detritos	Solo
<b>Queda</b>		Queda de bloco	Queda de detritos	Quedas de Solo
<b>Tombamento</b>		Tombamento de bloco (Colapso)	Tombamento de detritos	Tombamento de Solo
<b>Deslizamento</b>	<b>Rotacional</b>	Deslizamento de blocos rochosos	Deslizamento de blocos de detritos	Deslizamento de blocos de solos
	<b>Translacional</b>	Deslizamento de rocha	Deslizamento de detritos	Deslizamento meio lamacento
<b>Espalhamento Lateral</b>		Espalhamento de rochas	Espalhamento de detritos	Espalhamento de solo
<b>Fluxos</b>		Fluxo de rochas (Avalanches de rochas)	Fluxos detritos	Fluxo de solo (corrida de lama)
<b>Complexo - Uma combinação de dois ou mais tipos principais de movimentos de massa</b>				

Tabela 1 – Tipos de Movimento de Massa.

Fonte: Adaptado de Dikau (2004).

Para os autores Guimarães et. al. (2008), os estudos dos movimentos de massa possuem alta aplicabilidade ao planejamento ambiental e territorial de áreas alocadas em vertentes, de tal forma que os estudos devem ter como viés norteador a prevenção de eventos danosos e a minimização máxima de perdas.

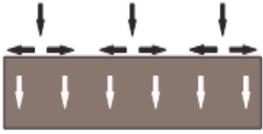
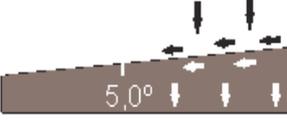
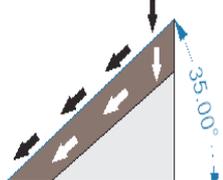
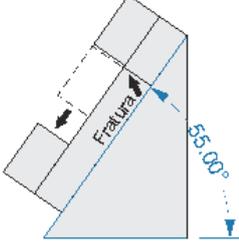
## 2.4. A geomorfometria e os movimentos de massa

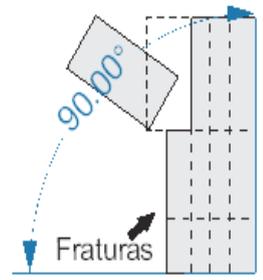
As características superficiais dos terrenos imprimem significativas influências sobre os processos morfodinâmicos, conseqüentemente sobre os movimentos de massa, através de mecanismos controladores e/ou inibidores dos processos, tais características influenciam diferentemente cada tipo de movimento de massa.

### 2.4.1. Declividade (S)

A declividade é o ângulo de inclinação que se forma entre a superfície do terreno e um plano horizontal, a declividade pode ser mesurada em graus, ou em percentual. A declividade imprime influência sobre os processos de infiltração da água no solo, sobre a evolução das espessuras dos mantos de intemperismo alocados nas vertentes, na velocidade do escoamento superficial, no equilíbrio entre a infiltração e o escoamento. A Tabela 2, e as Figuras 2 - 7 apresentam essa relação em intervalos de classes de declividade, conforme a correlação da declividade com dinâmica nas vertentes.

Descrição	Ângulo	Terrenos	Declividade e a dinâmica
-----------	--------	----------	--------------------------

Transporte de material limitado, alta taxa de infiltração e formação de mantos de intemperismos.	0° – 0°	Planos	 <p>Figura – 2. Terreno em declividade quase nula. Fonte: Autores.</p>
	0° – 0° 30'	Pouco inclinados	
Boa taxa infiltração, predominância de movimentos lentos – rastejo e espalhamento.	0° 30' – 5°	Levemente inclinados	 <p>Figura – 3. Terreno em baixa declividade. Fonte: Autores.</p>
	5° – 15°	Fortemente inclinados	
Escoamento superficial e subsuperficial rápido, com predominância de movimentos de massa dos tipos: espalhamentos deslizamentos e fluxos, com diferentes tipos de materiais.	15° – 25°	Íngremes	 <p>Figura – 4. Declividade limite ao desenvolvimento pedológico in loco. Fonte: Autores.</p>
	25° – 35°	Muito íngremes	
Total predominância de transportes de material; total comprometimento da formação de mantos de intemperismo; Predominância de deslizamentos translacionais de blocos.	35° – 55°	Extremamente íngremes	 <p>Figura – 5. Declividade acentuada, predominância de processos de transporte. Fonte: Autores.</p>

<p>Total predominância de tombamento e quedas.</p>	<p>55° &gt;</p>	<p>Verticalizados</p>	 <p>Figura – 6. Total ausência de mantos de intemperismos. Fonte: Autores.</p>
--	-----------------	-----------------------	---

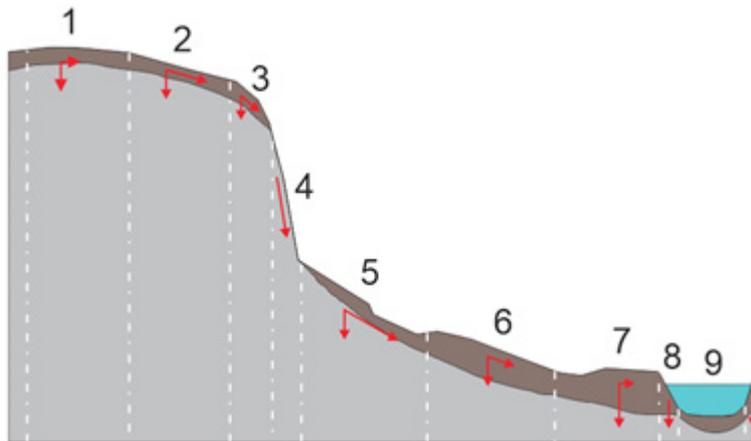


Figura – 7. Modelo de vertente em perfil. Fonte: Adaptado de Dalrymple et al.,1968.

- 1 – Divisor de águas: área de início do escoamento vertente a baixo, percolação em valores significativos, (0o – 0o 30’).
- 2 – Declive com infiltração: boas taxas de infiltração, predominância de processos em subsuperfícies, (0o 30’ – 5o).
- 3 – Área adjacente a escarpas: aluvial inclinação, evolução do manto de intemperismo in loco, transporte de material por diferentes tipos de processos (15o – 35o).
- 4 – Escarpa: declividades superiores a 55o, predominância de transporte.
- 5 – Declives intermediários: inclinação coluvial, evolução do manto de intemperismo in loco, transporte de material por diferentes tipos de processos (15o – 35o).
- 6 – Sopé: área de acumulo de material, ocorrências de processos lentos de transporte, (15o – 25o).
- 7 – Depósitos aluvionares: área com predominância dos processos em subsuperfícies, (0o 30’ – 5o).
- 8 – Margem do curso de água: depósitos aluvionares, áreas que podem ter declives sujeitos a deslizamentos de terra.
- 9 – Calha Fluvial.

### 2.4.2. Comprimento da Rampa (L)

O comprimento da rampa tem um importante papel sobre os processos superficiais do terreno, influenciando o escoamento superficial através do aumento da velocidade do escoamento hidrológico, sobretudo no acumulo de energia cinética nos processos de transporte de material sólidos e água, bem como o grau de confluência. Desta forma a capacidade de remoção e de transporte superficial está diretamente relacionada com o comprimento da rampa. Conforme Smulyan (2010) a rampa é a distância da fonte de escoamento até o ponto onde inicia a deposição, ou mesmo quando o escoamento se torna centrado em um canal definido. (FIGURA 8).

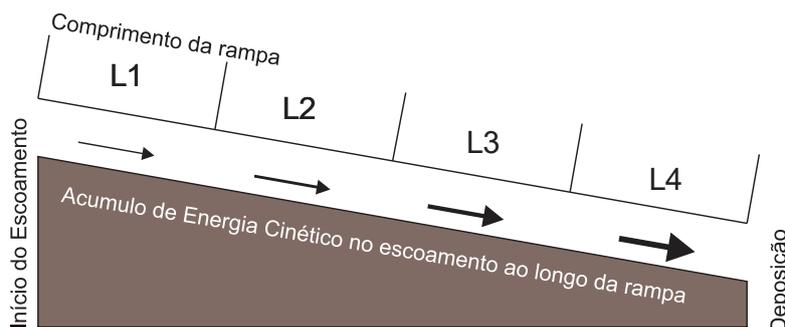


Figura – 8. Ação do comprimento da rampa sobre os processos superficiais. Fonte: Adaptado de Valeriano (2008).

### 2.4.3. Área de Captação

A área de captação de um determinado ponto na superfície, consiste em toda a área, a montante do referido ponto, que acumula os fluxos hidrológicos, ou seja, é o acumulo de todas as linhas de escoamento que passam pelo referido ponto. Essa característica das superfícies indica o grau de confluência de toda uma área a montante de um ponto na superfície, conseqüentemente ela é mensurada em valores de área e é diretamente ligada aos processos de fluxos de energia e matéria, (VALERIANO 2008).

### 2.4.4. Curvatura Vertical (kv)

A curvatura vertical está correlacionada com a orientação dos processos de migração e acumulo de água, minerais e material orgânico no solo e subsuperfícies, causados pelo escoamento, ação de transporte de material na curvatura vertical tem como base a influência isolada do comprimento da rampa e da declividade. A curvatura vertical imprime nas paisagens as formas convexas, côncavas e retilíneas, como mostra a Figura – 9, (VALERIANO 2008).

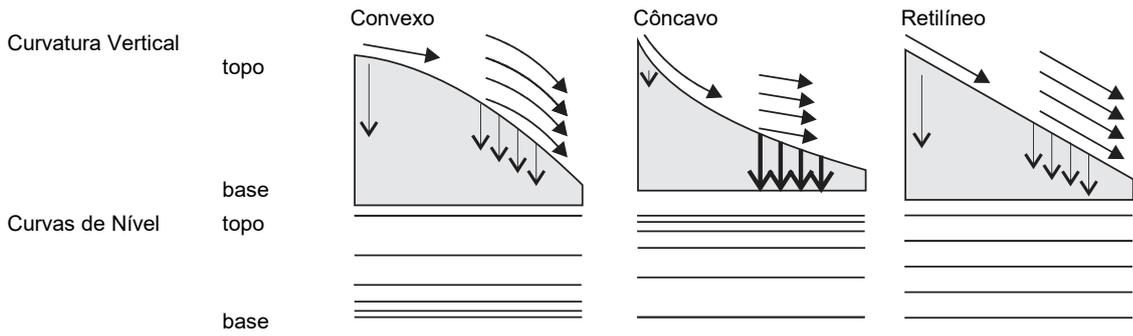


Figura – 9. Influência da curvatura vertical sobre os fluxos, e expressão em curvas de nível. Fonte: Adaptado de Valeriano (2008).

### 2.4.5. Curvatura Horizontal (kh)

A curvatura horizontal está relacionada a intensidade dos processos de migração e transporte de material, água, minerais e matéria orgânica. Exercendo papel importante no balanço entre a morfogênese e pedogênese, tal curvatura imprime nas paisagens propriedades de convergência e divergências dos fluxos hidrológicos, bem como dos escoamentos planares. Valeriano, op. cit. descreve que tal curvatura é uma medida de concentração de fluxos hidrológicos superficiais, como mostra a Figura – 10.

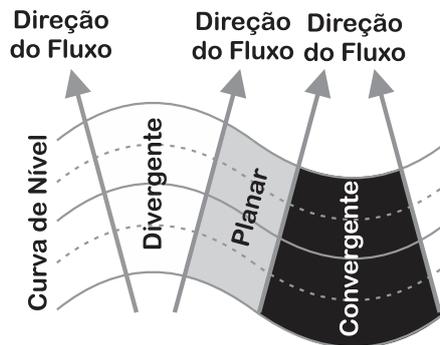


Figura –10. Influência da curvatura horizontal sobre os fluxos. Fonte: Adaptado de Valeriano (2008).

### 2.4.6. Formas do Terreno

O cruzamento da curvatura vertical com a curvatura horizontal representa a característica geomorfométrica denominada de Formas do Terreno, essa característica está diretamente ligada aos processos hidrológicos, ecológicos, de transporte e acúmulo de material sólidos ou soluções aquosas, bem como outros aspectos e processos correlacionados diretamente ou indiretamente com as formas do terreno.

A Formas do terreno se apresentam por dois extremos, o de máxima concentração e acúmulo de escoamento (Forma Côncava Convergente) e outra de máxima dispersão (Forma Convexa Divergente), a Figura – 11 apresenta as formas que possuem relação com a convergência de fluxo, a Figura – 12 apresenta as formas que possuem relação com os escoamentos planares, já a Figura – 13 apresenta as formas que possuem relação com a dispersão do escoamento.

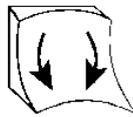
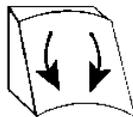
Formas do Terreno - Convergente		
Escoamento Convergente com Curvatura Côncava	Escoamento Convergente com Curvatura Retilínea	Escoamento Convergente com Curvatura Convexa
		
máxima concentração e acúmulo do escoamento	alta concentração e alta velocidade do escoamento	moderada concentração com alta velocidade do escoamento

Figura – 11. Formas Convergentes. Fonte: Adaptado de Valeriano (2008).

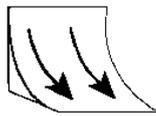
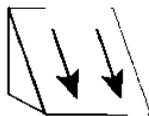
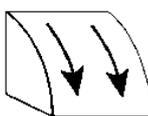
Formas do Terreno – Escoamento Planar		
Escoamento Planar com Curvatura Côncava	Escoamento Planar com Curvatura Retilínea	Escoamento Planar com Curvatura Convexa
		
baixa concentração e moderado acúmulo do escoamento	baixa concentração e moderada velocidade do escoamento	baixa concentração e moderada velocidade do escoamento

Figura – 12. Formas de Escoamento Planar. Fonte: Adaptado de Valeriano (2008).

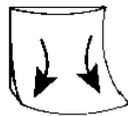
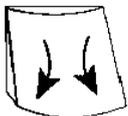
Formas do Terreno – Dispersão		
Escoamento Divergente com Curvatura Côncava	Escoamento Divergente com Curvatura Retilínea	Escoamento Divergente com Curvatura Convexa
		
alta dispersão e baixo acúmulo do escoamento	alta dispersão do escoamento	máxima dispersão do escoamento

Figura – 13. Formas Dispersoras. Fonte: Adaptado de Valeriano (2008).

### 3. Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho é composta pelas vertentes da Serra da Meruoca, o referido maciço fica entre as coordenadas 3°26'0,0" e 3°46'30,0" de latitude e 40°20'0,0" e 40°38'0,0" de longitude. Os municípios que compõem a serra são: Alcântara, Meruoca, parte noroeste do município de Sobral, e uma parte da porção sudoeste do município de Massapê.

Conforme Lima (1999), a Serra da Meruoca se trata de um maciço residual granitoide que apresenta um relevo movimentado, marcado por processos de morfogênese mecânica. Sua elevação máxima é próxima de 1.020m, e em relação ao seu pediplano circunjacente ocorre um desnível altimétrico de 700-800m, de tal forma a se apresentar como um maciço cristalino granítico que se destaca ao longo de superfícies erosivas sertanejas, a Figura – 14 apresenta a área de estudo.

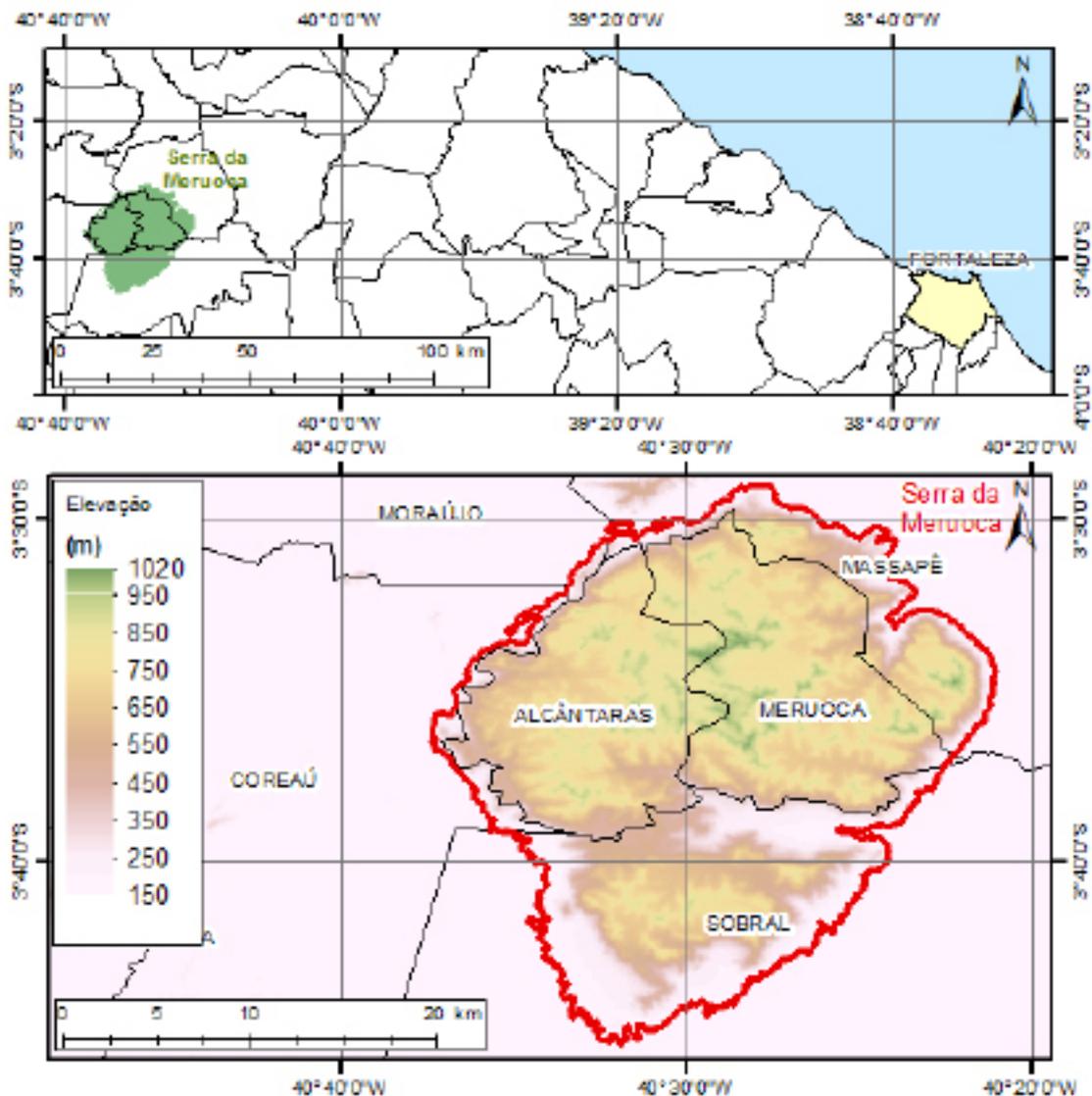


Figura – 14. Localização da Serra da Meruoca. Fonte: Autores.

#### 4. Metodologia

Inicialmente foi realizado ao longo de todos os setores acessíveis da Serra da Meruoca o trabalho de campo de reconhecimento e levantamento de cicatrizes oriundas de diferentes movimentos de massa. O inventário foi elaborado com base na identificação visual e no apontamento feito por moradores da região.

Os locais de ocorrência dos movimentos de massa foram registrados e georreferenciados. O georreferenciamento foi realizado com a utilização de um GPS Gamin modelo 625C.

As imagens satelitais utilizadas foram todas do satélite SPOT-6, o qual possui sensores que operam nas faixas: pancromática, visível e infravermelho próximo, com resolução espacial de 1,5 metros no modo pancromático e 6 metros no multiespectral e infravermelho próximo. As descrições técnicas do satélite SPOT-6 são apresentadas na Tabela 3.

Sensor	Bandas Espectrais	Sensibilidade Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
P	PAN	450-745 nm	1,5 m	1 a 5 dias	60 km	12 bits por pixel.
MS	Blue	450-520nm	6 m			
	Green	530-590 nm				
	Red	625-695 nm				
	Infravermelho próximo	760-890 nm				

Tabela 3 – Ficha técnica dos satélite SPOT-6.

Fonte: <[http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/missao\\_spot.php](http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/missao_spot.php)>

Porém, os produtos utilizados foram imagens compostas em cor verdadeira, e fusionadas com a pancromática com o objetivo de aumentar a resolução espacial para 1,5m, consequentemente melhorar a visualização dos alvos observados nas imagens.

Em gabinete, através da utilização pancromática para uma resolução espacial 1,5 m), com datação de imageamento em out/2007, nov/2012 e out/2013, foram elaborados o mapeamento das cicatrizes que não foram possíveis de identificação em de um SIG (Sistema de Informações Geográficas) associado a imagens satelitais de alta resolução espacial (Imagens SPOT-6 compostas em cor verdadeira e fusionadas com a campo.

Com base em literaturas pertinentes sobre os movimentos de massa, foi realizado a diferenciação de cada tipo de movimento de massa, através das evidências associadas às cicatrizes e nas características dos locais de ocorrência, bem como no material envolvido e nas características dos processos.

Posteriormente, as coordenadas de localização de todas os pontos de ocorrência dos diferentes tipos de movimentos de massa foram utilizadas para extração das informações geomorfométricas dos respectivos pontos de ocorrências dos eventos, através da utilização do software ArcGIS 10.3, foram executados procedimentos de geração de rasters correspondentes a cada dado geomorfométrico citados neste artigo.

Os referidos dados geomorfométricos foram gerados com base no Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM com resolução espacial de 30 metros, disponível no site do U.S. Geological Survey (USGS) através do endereço eletrônico <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>, após a aquisição do MDE, foram executados procedimentos em ambiente SIG ArcGIS 10.3, no qual foram produzidos produtos rasters dos dados geomorfométricos, através de procedimentos e ferramentas disponíveis no próprio software anunciado.

Cada ponto correspondente a uma cicatriz foi utilizado para extrair as informações pertinentes a declividade, comprimento de rampa, área de captação, curvatura vertical e horizontal do terreno, e formas do terreno dos respectivos locais de ocorrência dos movimentos de massa.

A última etapa metodológica consistiu na análise comparativa das informações dos aspectos superficiais dos terrenos, onde ocorreram os movimentos de massa, com os apontamentos e descrições pela literatura pertinente.

## 5. Resultados e Discussões

Como o primeiro resultado dos trabalhos de campo e em gabinete, foram espacializados e

diferenciados cada evidência de movimentos de massa, posteriormente foi elaborado um mapa com as referidas informações.

Foram trabalhadas 40 cicatrizes identificadas de diferentes tipos de movimentos de massa, os dados geomorfométricos pertinentes aos respectivos locais de ocorrência aponta uma consonância com o que é descrito pela literatura pertinente.

Os resultados apontam que cada tipo de movimento de massa apresentou significativa correlação com cada característica das superfícies dos terrenos, tais características se expressão diferentemente para cada tipo de movimento de massa como um fator controlador ou inibidor. A Figura – 15 apresenta a distribuição espacial das cicatrizes. A Tabela 4 apresenta os dados geomorfométricos em valores de média e moda para cada tipo de movimento de massa.

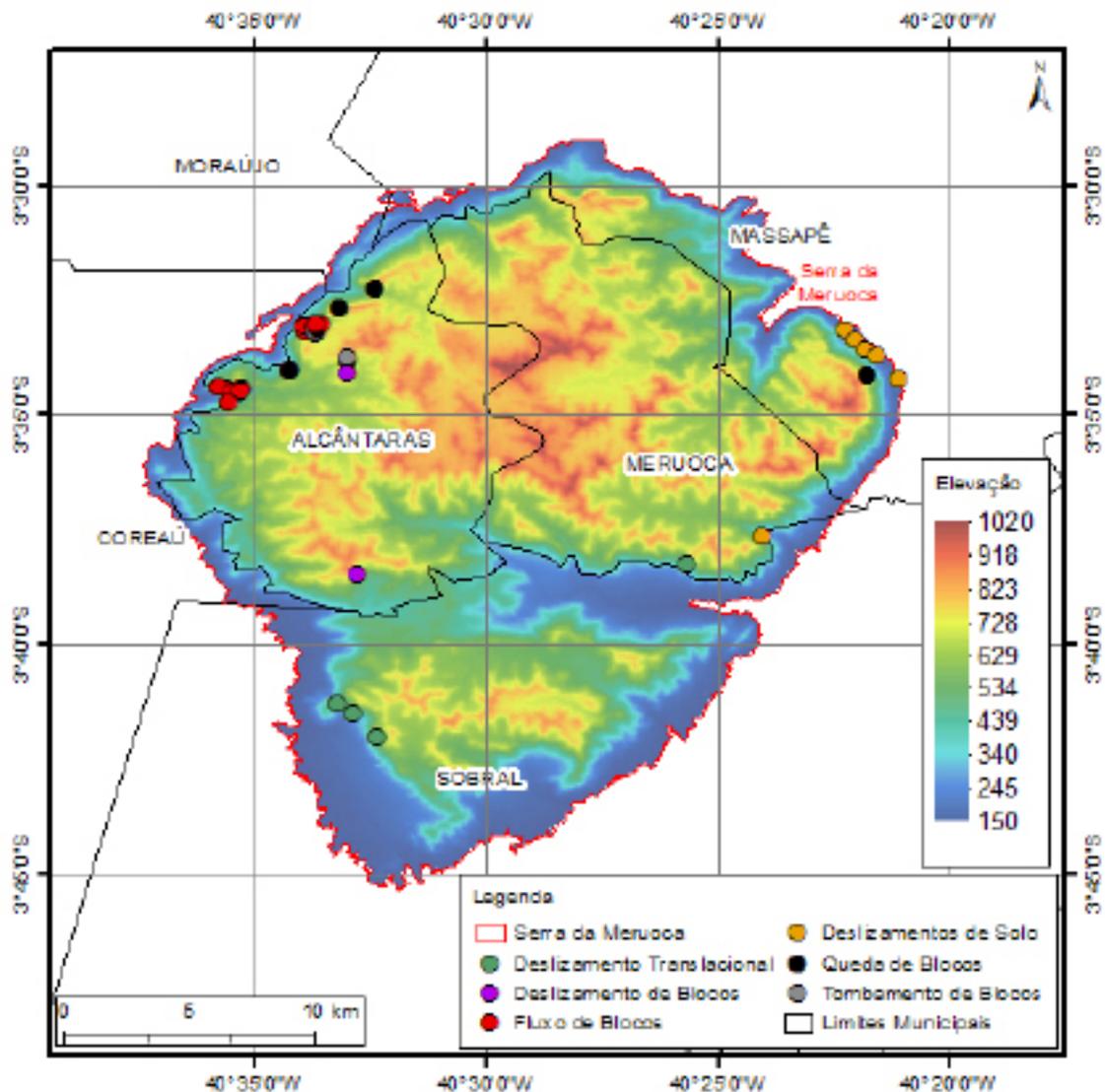


Figura – 15. Distribuição espacial das cicatrizes. Fonte: Autores.

Tipo do Movimento de Massa	Qtd.	Média				Moda		
		h (m)	S (o)	(ha)	L (m)	Curvatura Vertical	Curvatura Horizontal	Forma do Terreno
Deslizamento de Blocos	3	648,00	36,49	0,12	18,41	Convexo	Divergente	Divergente Convexo
Deslizamento Translacional	5	435,40	28,31	5,74	86,61	Retilíneo	Convergente	Convergente Retilíneo
Deslizamentos de Solo	5	207,33	21,30	11,32	79,91	Côncavo	Convergente	Convergente Côncavo
Fluxo de Blocos	18	473,06	26,66	14,74	222,25	Côncavo	Convergente	Convergente Côncavo
Queda de Blocos	6	687,67	82,49	0,26	3,85	Convexo	Divergente	Divergente Convexo
Tombamento de Blocos	3	735,00	75,82	0,42	6,33	Convexo	Divergente	Divergente Convexo

Tabela 4 – Média e moda dos dados geomorfométricos dos respectivos locais de ocorrências dos eventos.

Fonte: Autores.

## 6. Conclusão

Os resultados apontaram que a utilização de dados geomorfométricos, derivados do MDE SRTM possuem um bom grau de satisfação na aplicação aos estudos e mapeamentos de suscetibilidade aos movimentos de massa.

Ressaltando que existem limitações de grandeza na resolução espacial, devido ao fato que feições e morfometrias menores que 30 metros quadrados não são mapeáveis pelo MDE.

Os dados geomorfométricos dos locais de ocorrência dos movimentos de massa, apresentaram consonância com cada tipo de movimento de massa.

É importante ressaltar que as características das superfícies são só alguns dos parâmetros que devem ser analisados nos estudos de movimentos de massa, porém são fundamentais como dados básicos nos estudos, mapeamentos e modelagens de áreas sujeitas a tais processos, como também servem como base para os mapeamentos temáticos aplicado a áreas de risco geológico/geomorfológico.

Os movimentos de massa se manifestam em diferentes escalas de tempo e espaço, intensificando a relevância da compreensão de tais fenômenos através de um viés espacial e temporal, voltado ao entendimento da evolução e da dinâmica das áreas sujeitas a esses processos. Através

de uma ótica voltada a compreensão dos mecanismos intrínsecos a cada tipo de processo e entre os diferentes elementos que os compõem.

## Referências

BASTOS, Frederico de Holanda. (2012). **Movimentos de massa de Baturité (CE) e contribuições para estratégias de planejamento ambiental**. Tese de Doutorado, PPGG/UFC.

BIGARELLA, João José. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. v. 3. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003.

BISPO, P. C.; ALMEIDA, C. M.; VALERIANO, M. M.; MEDEIROS, J. S.; CREPANI, E. Avaliação da suscetibilidade aos movimentos de massa na região de São Sebastião-SP com o uso de técnicas de geoprocessamento. In: REMOTO, S. B. de S. (Ed.). **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal, Brasil, 2009. XIV, p. 3.583–3.590.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura (Org.). Brasília: Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

CLASSENS, L.; TEMME, A.J.A.M.; SCHOORL, J.M. Mass-Movement Causes: Changes in Slope Angle. **Treatise on Geomorphology. Mountain and Hillslope Geomorphology**. v. 7, p. 212-215, 2013.

CUNHA, L. Trunfos de uma Geografia ativa: desenvolvimento local, ambiental, ordenamento e tecnologia. **Coimbra**: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2011. p. 627-637.

DALRYMPLE, J.B., BLONG, R.J. & CONACHER, A.J. A hypothetical nine unit landsurface model. **Z. Geomorphology**, 12: p. 60-76, 1968.

DIAS, G. P.; BARROSO, E. V. (2006). **Determinação experimental do coeficiente de restituição normal de rochas**: Aplicação na previsão do alcance de blocos em encostas. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v.29, n°2, p. 149-167. 2006.

DIKAU, R. **Derivatives from detailed geoscientific maps using computer methods**. Zeitschrift für Geomorphologie. v. 80, p. 45-55, 1990.

DIKAU, R. **Mass Movement**. In: Goudie, A (Hrsg.): Encyclopedia of Geomorphology: 664-652. 2004.

\_\_\_\_\_. **Mass-Movement Causes**: Water. Treatise on Geomorphology. Mountain and Hillslope Geomorphology. v. 7, p. 207-211, 2013.

GARCIA, R. A. C.; ZÊZERE, J. L. **Avaliação de Riscos Geomorfológicos: Conceitos, Terminologias e Métodos de Análise**. In: Risco e vulnerabilidades: teoria e prática no contexto luso-brasileiro / Magda Adelaide Lombardo, Maria Isabel Castreghini de Freitas. – 1. ed. – São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. Disponível em: <[http://riskam.ul.pt/images/pdf/comlivactnac\\_2003\\_concei-](http://riskam.ul.pt/images/pdf/comlivactnac_2003_concei-)

tos\_terminologia\_analise.pdf> Acessado em: out. 2015.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; Fernandes, N. F. Movimento de Massa. In: **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais** / Teresa Gallotti Florenzano (org.) São Paulo: Oficina de Textos, p. 159-184, 2008.

LIMA, Ernane Cortez. A Serra da Meruoca. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, ano I, n. 1 (1999).

Organização das Nações Unidas. **Working party on world landslide inventory**. Bulletin of the IAEG, v. 41, p. 5-12, 1993,

PEREIRA, Luiz Antônio de Souza. **Falta de Planejamento Urbano e a Tragédia “AMBIENTAL” no Verão de 2011 em Teresópolis–RJ**. Disponível em: <<http://xiisimpurb2011.com.br/app/web/arq/trabalhos/8f2b39a8031af685e40899019202e4c3.pdf>>. Acesso em: 13 de outubro de 2015.

PIKE, R. J., **Geomorphometry — diversity in quantitative surface analysis**. **Progress in Physical Geography**. v. 24, p. 1–20. 2000. Disponível em: <<http://ppg.sagepub.com/content/24/1/1>>. Acesso em: 13 de outubro de 2015.

PIKE, R. J.; EVANS, I. S.; HENGL, T. **Geomorphometry: A Brief Guide**. In: GEOMORPHOMETRY: Concepts, Software, Applications / Tomislav Hengl, Hannes I. Reuter (ed.). Developments in Soil Science. v. 33, Elsevier, 2009.

SMULYAN, Marilyn Hope. **Application of the RUSLE erosion equation to the San Pedro Creek Watershed in Pacifica, California using ArcGIS 9.3.1**. Disponível em: [http://bss.sfsu.edu/jdavis/geog621/projects%20and%20data/Smulyan\\_Final%20Paper.pdf](http://bss.sfsu.edu/jdavis/geog621/projects%20and%20data/Smulyan_Final%20Paper.pdf), Acessado em: 1 de novembro 2011.

UN-ISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives**. United Nations. Geneva, Suíça. 2004.

VALERIANO, Márcio de Morisson. Dados Topográficos. In: In: **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais** / Teresa Gallotti Florenzano (org.) São Paulo: Oficina de Textos, p. 72-104, 2008.

# DIAGNÓSTICO DE ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PRATA, ILHA DO MARANHÃO

DANYELLA VALE BARROS  
QUÉSIA DUARTE DA SILVA  
ESTEÂNIA CRUZ TEIXEIRA  
CRISTIANE MOUZINHO COSTA  
RICARDO GONÇALVES SANTANA

## Resumo

A bacia hidrográfica do Prata está inserida no grupo das pequenas bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão, possuindo uma área de 6,27 Km<sup>2</sup>. Nos últimos oito anos, a Ilha do Maranhão vem apresentando diversos casos de famílias que perderam bens materiais e/ou humanos durante os eventos de inundações urbanas. As inundações são fenômenos naturais que fazem parte da dinâmica das bacias hidrográficas, porém estes eventos podem ser agravados devido ao processo de urbanização e ocupação desordenada. Partindo desses pressupostos, objetivou-se neste trabalho diagnosticar as áreas de risco a inundações na bacia hidrográfica do Prata, Ilha do Maranhão. Para o alcance deste objetivo realizou-se um levantamento bibliográfico, a classificação supervisionada da imagem Rapideye (2011) para o mapa de uso e cobertura do solo, dez trabalhos de campo e por fim elaborou-se o mapa das áreas de risco real a inundações na área objeto de estudo. Durante o trabalho, seis áreas foram diagnosticadas como de risco real a inundações sendo denominadas de A, B, C, D, E e F. Das seis áreas, a B apresenta-se em situação de desastre devido ao número de pessoas afetadas, isto é, até o ano de 2014 eram 317 pessoas aproximadamente. Conclui-se que de todas as áreas diagnosticadas a área B precisa de atenção máxima das autoridades, uma vez que o número de pessoas afetadas é elevado. Acredita-se que o fator deflagrador desses problemas é o uso inadequado do solo urbano nessa bacia, e que este e outros trabalhos que estão sendo produzidos no meio acadêmico poderão servir de subsídio para o poder público na mitigação desses problemas e para o planejamento territorial urbano da Ilha do Maranhão.

**Palavras-chave:** Inundações urbanas; Uso e cobertura do solo; Bacia hidrográfica do Prata.

## Abstract

The Prata basin is inserted in the Group of small watersheds of the Maranhão Island, with an area of 6.27 Km<sup>2</sup>. For the past eight years, the island of Maranhão has several cases of families who lost possessions and/or humans during the events of urban floods. Floods are natural phenomena that are part of the dynamics of water catchment areas, but these events can be aggravated due to the urbanization process and disorderly occupation. Starting from these assumptions, the objective of this work to diagnose areas of risk to flooding in the watershed of silver, island of Maranhão. To achieve this goal a bibliographic survey, supervised image classification Rapideye (2011) for the map of use and soil cover, ten field work and finally drew up the map of areas of real risk to flooding in the area object of study. During the work, six areas were diagnosed as a real risk to flooding being called A, B, C, D, E and F of the six areas, (B) presents itself in a disaster situation because of the number of people affected, that is, until the year 2014 were 317 people approximately. It is concluded that of all areas diagnosed area B need maximum attention from the authorities, since the number of people affected is high. It is believed that the factor that initiates these problems is the use of urban land in this basin, and that this and other works that are being produced in academia could serve as subsidy for the Government in mitigating these problems and for urban land planning of island of Maranhão.

**Keywords:** Urban floods, Use and land cover, Prata basin.

## 1. Introdução

O evento de inundação é o extravasamento do corpo hídrico para além dos limites dos canais fluviais principais, sendo um processo natural que ocorre quando a vazão é superior à capacidade de descarga do canal (POLIVANOV e BARROSO, 2011). Amaral e Ribeiro (2009), por sua vez, afirmam que a inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou a área da várzea.

As inundações são fenômenos naturais que fazem parte da dinâmica das bacias hidrográficas. Elas ocorrem desde os tempos mais remotos e sempre ocorrerão, atingindo ou não os seres humanos. Historicamente as inundações já foram consideradas a salva-guarda de muitas nações, como no Egito Antigo, quando o fenômeno em questão ocorria no rio Nilo, tornando as terras daquela região férteis, conforme a literatura especializada afirma, assim como o rio Eufrates, que circundava o império Babilônico. Porém, com o passar dos anos, as inundações passaram de benfeitoras a vilãs, tornando-se um dos principais problemas ambientais urbanos da atualidade.

As inundações são fenômenos antigos e estão relacionados aos cursos d'água, nos quais também estão ligados com a ocupação desordenada do território, pois a mudança na paisagem afeta diretamente o sistema hidrológico.

Segundo Polivanov e Barroso (2011), o problema das inundações não deve ser visto apenas como resultado da ocupação desordenada das áreas vizinhas ao leito fluvial, mas como um conjunto de fatores que culminam no efeito severo das inundações atualmente. A retirada da mata ciliar, por exemplo, causa diversos impactos no corpo hídrico, uma vez que sem a vegetação de proteção, ocorre erosão marginal, conseqüentemente assoreamento do leito menor e redução da capacidade de descarga.

No caso da impermeabilização do solo, tem-se como consequência direta, menor capacidade de infiltração do solo e conseqüentemente maior quantidade de escoamento superficial. Outra situação relacionada a este fato são os resíduos sólidos que são depositados nas ruas e avenidas. O escoamento superficial pode transportar estes resíduos para os leitos fluviais ou até mesmo para as galerias dificultando a passagem da água. Todos os fatores anteriormente citados corroboram para os casos extremos de inundação em todo o Brasil.

As áreas de planície são inadequadas para a ocupação humana, pois são áreas que naturalmente são ocupadas pelas águas fluviais. Logo, se houver ocupação humana, tem-se a possibilidade haver graves conseqüências.

Segundo Ferraz (2009), os principais efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas estão relacionados à impermeabilização do solo, rede de drenagem, resíduos sólidos, rede de esgoto deficiente, desmatamento, crescimento desordenado e ocupação das várzeas. Quanto maior for o processo de ocupação, mais afetada será a rede de drenagem, pois os canais fluviais urbanos muitas vezes são canalizados, com o intuito de reduzir o problema de inundação, que muitas vezes ocasiona o processo inverso.

Conforme Carvalho et al (2007), tem-se atualmente, o aumento do número de pessoas vivendo em áreas de risco à inundações, sendo esta uma das características negativas do processo de urbanização e crescimento das cidades brasileiras, o que se verifica, principalmente, nas regiões metropolitanas.

No Brasil, as inundações nas áreas urbanas têm sido cada vez mais frequentes e, muitas vezes, em maiores proporções. No final de 2008, alguns Estados brasileiros foram afetados por grandes enchentes e inundações, sendo alvo de atenção da mídia e do governo federal, que precisou apoiar várias prefeituras e governos estaduais (BOTELHO, 2011).

Com base em dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2000), realizada pelo

IBGE (2002), Botelho (2004) verificou que 1.235 municípios brasileiros com serviço de drenagem urbana apresentaram problemas de enchente ou inundação, sendo a Região Sudeste a que inclui maior número de municípios afetados. Em seguida têm-se a Região Sul, destacando-se o Estado de Santa Catarina, com 45% dos seus municípios atingidos por enchentes e inundações.

As inundações urbanas têm constituído uma categoria de desastres. Segundo Scheuren et. al. (2008), para ser considerado desastre, é necessário atender um dos seguintes critérios: 10 ou mais óbitos; 100 ou mais pessoas afetadas; declaração de estado de emergência ou pedido de auxílio internacional.

O tema desastres está crescentemente presente no cotidiano das pessoas, residindo ou não em áreas de risco. Apesar de que o termo é mais comumente associado a terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, os desastres podem ocorrer naturalmente como é o caso das inundações (TOMINAGA, 2009).

Os desastres relacionados a inundações e enchentes provocam uma série de danos à sociedade; dentre esses pode-se citar a ocorrência de óbitos, pessoas feridas ou enfermas, desabrigados ou desalojados, pessoas desaparecidas e outros danos que afetam drasticamente toda a sociedade.

A Ilha do Maranhão apresentou no ano de 2009, de acordo com os dados da Superintendência de Defesa Civil Municipal de São Luís, áreas de risco a alagamentos nas áreas urbanas e rurais. Segundo dados deste órgão, muitos bairros dos municípios que compõem a Ilha do Maranhão foram afetados em 2009 por problemas de alagamentos. A literatura especializada aponta que, em geral, esses problemas estão relacionados também com enchentes, inundações e enxurradas.

Sabendo que na Ilha do Maranhão o número de famílias que tem perdido bens humanos e materiais nos últimos oito anos em virtude das inundações urbanas tem aumentado, e que em muitos locais estas situações são características de desastres provocados pelo uso inadequado do solo urbano e pela ausência de políticas públicas voltadas ao planejamento territorial, pretendeu-se neste trabalho diagnosticar preliminarmente as áreas de risco a inundações na bacia hidrográfica do Prata, afim de que os documentos gerados possam colaborar na mitigação desses problemas na Ilha do Maranhão.

## **2. Metodologia de trabalho**

Para o alcance do objetivo proposto neste trabalho foram realizadas atividades de gabinete e de campo. Primeiramente realizou-se um levantamento bibliográfico referente aos conceitos de inundações, bacias hidrográficas urbanas e uso e cobertura do solo em diversos materiais tais como livros, periódicos, teses, dissertações, revistas impressas e eletrônicas dentre outros arquivos.

Quanto ao início dos trabalhos de mapeamento utilizou-se as cartas topográficas datadas de 1980, folhas 7,8 e 15 referentes à área de estudo na escala de 1:10.000. Todo o mapeamento e processamento dos dados foram realizados no software ArcGIS for Desktop Advanced, versão 10.2, licença EFL999703439.

De posse da imagem de satélite Rapideye (2011), realizou-se a classificação supervisionada da área, onde foram tiradas classes amostrais de cada categoria de uso e cobertura existente na área. Devido à reflectância dos alvos, foram mapeadas na classificação supervisionada apenas quatro classes, sendo elas: área urbanizada, gramíneas, solo exposto e vegetação arbustiva.

Através do mapa de classificação supervisionada do uso e cobertura do solo da bacia estudada, pode-se averiguar em gabinete a ocupação das planícies fluviais, tendo em vista que este tem sido um dos fatores nos casos de desastres relacionados a inundações em áreas urbanas. As

informações referentes à urbanização da bacia em questão obtida através do mapa gerado foram confirmadas em campo, onde as áreas com ocorrência de inundações nesta bacia estão predominantemente associadas à ocupação das planícies fluviais.

Durante os trabalhos de campo, de posse de GPS, máquina fotográfica e trena confirmaram-se os possíveis locais de inundação especulados no mapa. Durante 10 visitas de campo, muitas conversas com moradores e análises de diversos mapas relacionados ao contexto geoambiental da bacia, diagnosticou-se preliminarmente as áreas de risco a inundações urbanas. Uma vez diagnosticadas as áreas, delimitou-se as mesmas com a trena e o GPS.

Neste sentido, as áreas afetadas foram poligonizadas com o objetivo de espacializar os dados no Programa ArcGis. Segundo o capítulo II, Seção I e Artigo 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, os cursos d'água com menos de 10 metros de largura devem apresentar preservadamente as faixas marginais, desde a borda da calha do leito regular, uma largura mínima de 30 metros. Levando em consideração que todos os canais fluviais da bacia hidrográfica do Prata apresentam menos de dez metros de largura, no mapa gerado, elaborou-se um buffer de 30 com o intuito de diagnosticar se as áreas mapeadas com ocorrência de inundações estavam inseridas na planície fluvial protegida através da legislação.

### 3. Resultados e discussão

Diversas bacias hidrográficas têm sido estudadas na Ilha do Maranhão referentes à ocorrência desses fenômenos, com o intuito de produzir bancos de dados e relatórios que possam ser utilizados pela Defesa Civil ou outros órgãos gestores na mitigação desses problemas.

A bacia hidrográfica do Prata possui uma área de 6,27 Km<sup>2</sup> e está inserida no grupo das pequenas bacias hidrográficas da referida Ilha, ocupando uma área drenada dos municípios de São Luís e São José de Ribamar. Não é uma grande bacia hidrográfica urbana, mas apresenta diversos pontos de risco real a inundações.

As informações referentes ao uso e cobertura do solo são intrínsecas aos estudos relacionados a inundações urbanas, tendo em vista que na maioria das cidades, este tem sido o fator deflagrador destes fenômenos. Em virtude disto, optou por fazer uma classificação supervisionada da área de estudo através de análise e interpretação da imagem de satélite Rapideye (2011), onde foram mapeadas quatro classes de uso e cobertura do solo, sendo elas: área urbanizada, solo exposto, gramíneas e vegetação arbustiva (Figura 1).

A bacia em questão é predominantemente urbana, dividindo-se entre moradias de alto e baixo padrão, sendo este último correspondente às áreas de ocupação irregular. Em 2014, a bacia apresentava mais de 50% da área com construções consolidadas (Tabela 1).

Com base na figura 1 e tabela 1, pode-se afirmar que 6,53% da área objeto de estudo apresenta vegetação arbustiva preservada. Acredita-se que este fato se deve a existência de uma RPPN<sup>1</sup> na área da bacia, na qual os proprietários procuram manter a vegetação preservada. Observa-se também que 22% da área apresenta solo exposto, sendo utilizada, por vezes pela população, como depósito de resíduos sólidos.

As planícies fluviais estão predominantemente ocupadas, o que é um agravante para a ocorrência das inundações urbanas (Figura 1). Em trabalhos de campo e gabinete foram identificadas seis áreas de risco real a inundações na área objeto de estudo, as quais receberam as seguintes nomenclaturas: A, B, C, D, E e F (Figura 2).

1 Reserva Particular de Patrimônio Natural.

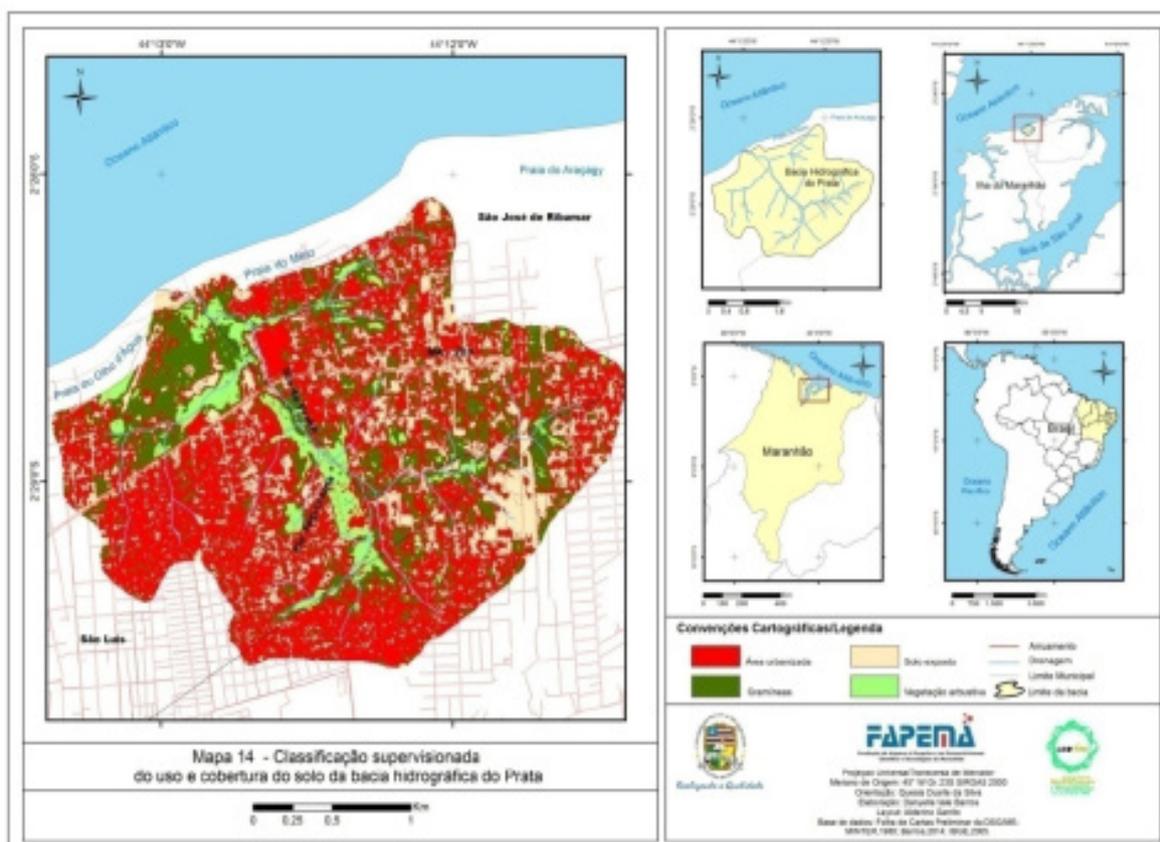


Figura 1 – Classificação supervisionada do uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Prata  
 Fonte: Própria pesquisa, 2014.

<b>Categorias</b>	<b>Valor Absoluto (Km)</b>	<b>Valor Relativo (%)</b>
Área edificada	3,15	50,26%
Gramíneas	1,38	22%
Solo exposto	1,33	21,21%
Vegetação arbustiva	0,41	6,53%
<b>TOTAL</b>	<b>6,27</b>	<b>100%</b>

Tabela 1 - Áreas edificadas e não edificadas na bacia hidrográfica do Prata, Ilha do Maranhão  
 Fonte: Própria pesquisa, 2014.

As áreas identificadas como de risco real apresentam características distintas quanto ao número de pessoas afetadas e a infraestrutura local. A área A localizada na porção noroeste da bacia, não apresenta solo totalmente impermeabilizado, por se tratar de uma área sem construções ao entorno da planície fluvial. O leito maior apresenta 2 metros de largura e a vegetação arbustiva encontra-se relativamente preservada. Segundo um morador do local, em período chuvoso a lâmina d’água chega a 35 metros no leito maior excepcional. Distante 200 metros do canal fluvial existe uma UPA, que apresenta canalização dos esgotos diretamente no canal. Nessa área há ocorrência de inundações, porém não existem pessoas afetadas diretamente.

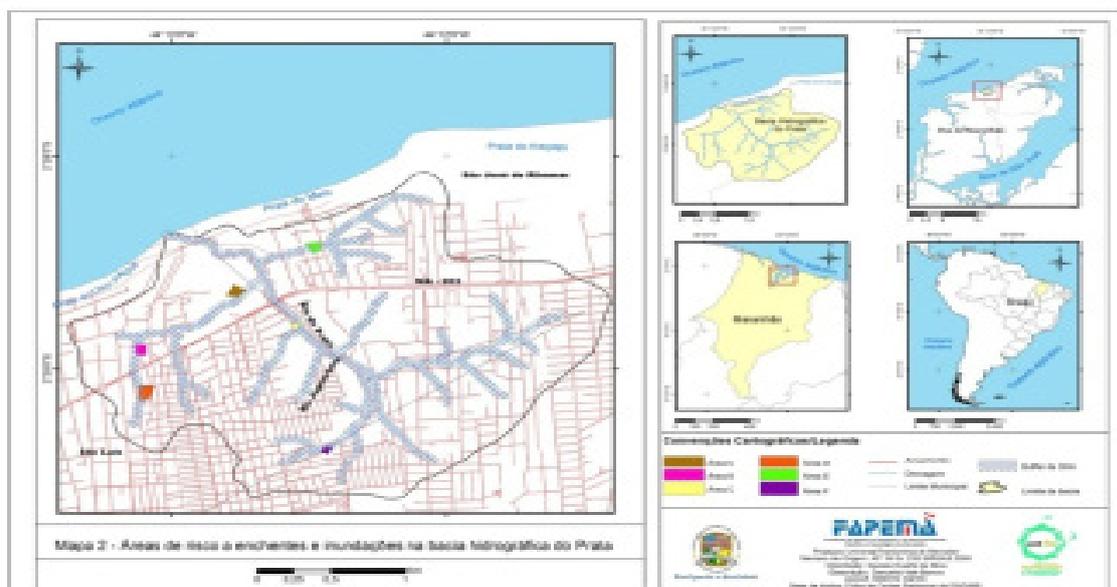


Figura 2 – Identificação de áreas de risco real a inundações na bacia hidrográfica do Prata, Ilha do Maranhão  
Fonte: Própria pesquisa, 2014.

As áreas B e D estão situadas na porção oeste da bacia e apresentam características distintas. Na B existiam em 2014 aproximadamente 317 pessoas afetadas, sendo que esta é uma área de ocupação irregular denominada de “Buraco da Gia”. Por se tratar de uma área de baixa altitude (12 metros) e sem infraestrutura, os moradores assim a denominaram. Esta é considerada a área de maior destaque neste trabalho, tendo em vista que o número de pessoas afetadas pelas inundações nesta localidade é elevado, o que a identifica como área em situação de desastre. Em todos os anos, as residências são inundadas e diversos moradores têm perdas materiais. Toda a “infraestrutura” do local foi realizada pelos próprios moradores, uma vez que o poder público nunca realizou nenhum tipo de obra no local. Segundo a figura 2 a área B está inserida totalmente na planície de inundação, e em trabalhos de campo constatou-se que as residências estão consolidadas no entorno do canal e que o mesmo é utilizado como depósito de resíduos sólidos.

A área C está situada no médio curso da bacia hidrográfica do Prata, onde há presença de vegetação arbustiva e gramíneas, como pode ser observado na figura 1. Segundo o relato de moradores, entre os anos de 2010 e 2014 ocorreram mais de dez inundações no local, no entanto, pessoas não têm sido afetadas nesta localidade. A mata ciliar encontra-se bem preservada e a quantidade de resíduos sólidos neste trecho do rio é quase insignificante. O canal encontra-se levemente assoreado e a margem esquerda do mesmo apresenta-se um pouco degradada devido à instalação de algumas residências.

A área D é uma localidade bastante interessante, uma vez que na figura 1 e nas cartas topográficas aparece o canal fluvial e que a área estaria na planície fluvial. No entanto, em campo não é possível identificar a presença do canal fluvial. Acredita-se que este tenha sido aterrado para a construção de um residencial. Observam-se in loco pequenos resquícios do que foi uma drenagem no passado.

Esta é uma região onde ocorrem os fenômenos de inundação anualmente e segundo relatos, em períodos chuvosos, a água alcança um metro de altura, invadindo as residências. Diversos moradores perderam bens materiais e ficaram desalojados entre os anos de 2010 e 2014. Há construções bem consolidadas e com condições insalubres no que se refere ao saneamento básico.

A área E está situada na porção norte da bacia e apresenta uma infraestrutura bem consolidada, apresentando uma das vias de acesso para uma das praias da Ilha do Maranhão. Existem pousadas nesta localidade e o canal fluvial foi canalizado sob a avenida, o que facilita o transbordamento das águas para a mesma no período chuvoso. O canal encontra-se bastante assoreado, com uma quantidade expressiva de resíduos sólidos no leito fluvial. A camada asfáltica começou a ceder devido à força da água durante as inundações. Pessoas não têm sido afetadas diretamente nesta localidade, apenas de forma indireta durante o tráfego de veículos pela área.

A área F que está situada na porção sul da bacia era considerada até 2013 como ocupação irregular, no entanto a mesma foi enquadrada como área urbana, por apresentar características relacionadas a este uso e infraestrutura consolidada. Existe uma pequena quantidade de vegetação arbustiva no local em pequenos sítios e gramíneas.

Segundo moradores, diversas inundações ocorreram no local entre 2010 e 2014 e em maio de 2014 houve a maior inundação já vista na área, sendo que em um restaurante da área, a água ocupou 58 metros da área do estabelecimento. Não houve perdas materiais e nem pessoas foram diretamente afetadas.

Sabe-se que as inundações são fenômenos naturais e que fazem parte da dinâmica fluvial, logo a ocorrência desses eventos é inevitável. A questão levantada nos últimos anos refere-se aos prejuízos que a população tem enfrentado com a ocorrência desses eventos. O uso inadequado do solo tem relação direta nestes problemas. Das seis áreas diagnosticadas como de risco real a inundações na bacia hidrográfica do Prata, duas tem apresentado uma quantidade significativa de pessoas afetadas e nas demais a população não tem sido afetada diretamente.

Em relação à Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012) no que diz respeito à ocupação das áreas marginais dos rios, pode-se afirmar que todas as áreas diagnosticadas como de risco real a inundações na bacia do rio Prata estão em desconformidade com a lei, uma vez que estão dentro dos 30 metros previstos como mata galeria, áreas inapropriadas para construção, como pode ser visualizado na figura 2.

#### 4. Considerações finais

A bacia hidrográfica do Prata está inserida no grupo das pequenas bacias costeiras da Ilha do Maranhão e apresentando 6,27 Km<sup>2</sup>, não sendo considerada de grande dimensão, dentre as grandes bacias hidrográficas da referida Ilha. Porém, este fato não impede que nela ocorram fenômenos de inundação urbana que tem afetado diversas famílias nos últimos anos. Durante dez trabalhos de campo e trabalhos de gabinete também foi possível diagnosticar seis áreas de risco a inundações na área objeto de estudo.

Das áreas diagnosticadas, as denominadas B e D apresentam um número significativo de pessoas atingidas, no entanto a área B é a única considerada em situação de desastre, segundo Scheuren et. al. (2008). Em 2014, foram contabilizadas aproximadamente 317 pessoas afetadas pelos eventos de inundação.

Em relação às demais bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão, a bacia do rio Prata apresenta uma quantidade significativa de vegetação arbustiva e gramínea, além da existência de uma RPPN, o que de certa forma ajuda na diminuição dos impactos antropogênicos gerados na bacia. Porém, a reserva não é suficiente para conter esses impactos.

Acredita-se que o uso e cobertura do solo têm sido o fator deflagrador destes problemas na área objeto de estudo, uma vez que, até alguns canais fluviais foram entulhados na construção de edifícios no local.

O diagnóstico de áreas de risco real a inundações é fundamental, pois poderá subsidiar polí-

ticas públicas que ajudem no desenvolvimento ou planejamento territorial, bem como ajudar na mitigação desses problemas.

## Referências

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.) **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, p. 39-52.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 71-115, 2011.

BOTELHO, R. G. M. Enchentes em áreas urbanas no Brasil. A questão ambiental urbana: expectativas e perspectivas. Universidade de Brasília – Brasília, 2004. (CD-ROOM).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SA.23 São Luís e parte da folha SA.24** Fortaleza: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra (Levantamento de Recursos Naturais, 3). Rio de Janeiro, 1973.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Legislação: Leis Ordinárias. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/legislacao/regularizacao-fundiaria/legislacao-federal/leis-federais/6766.pdf/view>. Acesso em: 22 mar. 2011.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Lei nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/legislacao/regularizacao-fundiaria/legislacao-federal/leis-federais/6766.pdf/view>. Acesso em: 02 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Desastres Naturais: conceitos básicos (I escuela de primavera sobre soluciones espaciales para el manejo de desastres naturales y respuestas de emergências-inundaciones) Rio de Janeiro, 2007.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Org.). **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasil: IPT, 2007.

FERRAZ, F. F. B. **Geoprocessamento aplicado à hidrologia urbana**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais: Piracicaba, 1999.

POLIVANOV, H. e BARROSO, E. V. **Geotecnia urbana**. In: GUERRA, A. T. (Org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 147 – 188.

SCHEUREN, J.M; POLAIN, O.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D.; PONSERRE, S. **Annual disaster statistical review: the numbers and trends 2007**. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. 2008. Disponível em: <http://www.emdat.be/>

Documents/Publications. Acesso em: 27 de fevereiro de 2013.

TOMINAGA, L. K. Desastres naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.) **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, p. 11-23.

# ESTIMATIVA DE CHUVAS VIA SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO DE ÁREAS DE RISCO: ESTUDO DE CASO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

YASMIN DE FRANÇA COSTA PIMENTEL  
THYAGO ANTHONY SOARES LIMA  
MARIANNY MONTEIRO PEREIRA DE LIRA

## Resumo

A estimativa das chuvas apresenta um alto grau de dificuldade para a gestão territorial devido à extrema aleatoriedade deste fenômeno na natureza. Os métodos convencionais para medição da precipitação precisam de uma rede com elevado número de postos pluviométricos bem distribuídos para a obtenção de resultados satisfatórios. Porém, grande parte do território brasileiro carece desses postos ou sofre com sua má distribuição. As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento têm alta capacidade para gerar estimativas de precipitação nas vastas áreas continentais, inclusive em locais que não apresentam tais postos de informações pluviométricas. Neste artigo aborda-se o emprego de técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelagem matemática aplicadas às questões ambientais, para estimativas de precipitação de uma área de risco: o estado de Minas Gerais. Foram utilizadas imagens do satélite GOES 8 (Geostationary Operational Environmental Satellite – 8) fornecidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016), para construir modelos estatísticos que correlacionem as chuvas diárias observadas em solo, com características físicas das nuvens acumuladas durante o mesmo período. Os resultados obtidos pelos modelos estatísticos estão expressos na forma de mapas de precipitação.

**Palavras-chave:** Precipitação, Área de Risco, Sensoriamento Remoto, Estatística, GOES 8

## Abstract

The estimative of the rainfall presents a high level of difficulty for land management thanks to the extreme randomness of this phenomenon in nature. The traditional methods used to measure precipitation need a network with high numbers of well distributed rain gauge stations, in order to achieve satisfactory results. Although big part of the Brazilian lacks these rain gauge or suffers with its bad distribution. Remote sensing and geoprocessing techniques have high capacity to generate rainfall estimates in large continental areas, including place with no rain gauge stations at all. In this article it's discussed the use of remote sensing, geoprocessing and mathematical modelling applied to environmental issues, for precipitation estimative in a risk area: the State of Minas Gerais. The images of GOES 8 (Geostationary Operational Environmental Satellite – 8) satellite were used, they were provided by the Weather Forecast Center and Climate studies from Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), to build statistic models that correlate daily rainfalls observed on ground, with physical features of accumulated clouds during the same period. The results obtained with the statistic models are expressed through precipitation maps.

**Keywords:** Precipitation, Risk Area, Remote Sensing, Statistics, GOES 8

## 1. Introdução

Nos últimos cinco anos, o Estado de Minas Gerais, assim como seus estados adjacentes, sofre com o despreparo na infraestrutura para conviver com os fenômenos climatológicos. A incidência e a intensidade das chuvas podem causar distúrbios na paisagem, que podem ser estiagens severas ou até verdadeiras tragédias ambientais, como o rompimento de barragens de rejeito, principalmente pela recorrência e as proporções alcançadas por suas inundações.

As técnicas empregadas na realização deste trabalho propõem o monitoramento meteorológico como mecanismo de prevenção de anomalias e desastres naturais.

A precipitação média sobre determinada área é conhecida como lâmina de água de altura uniforme (medida habitualmente em milímetros). Ela se estende sobre toda uma área, associada a um período de tempo no qual se acumula a chuva, e é um “requisito importante em diversos problemas de engenharia hidrológica” (NAGHETTINI, 2006, p. 237). No entanto, esta concepção é abstrata, sempre tendendo a simplificar as variações da precipitação, uma vez que a chuva é um fenômeno providencialmente randômico, que varia tanto no tempo quanto no espaço.

Convencionalmente, a estimativa da chuva média em um contexto geográfico, é feita essencialmente através do cálculo aritmético de medidas diretas e pontuais da precipitação observada, acumuladas em um determinado espaço de tempo, para a área considerada (NAGHETTINI, 2006). Através deste método admite-se uma estimativa de chuva para as áreas mais distantes dos pontos medidos sem qualquer indício físico real sobre a quantidade verdadeiramente ocorrida.

O princípio de funcionamento do radar meteorológico é bastante simples, baseando-se na intensidade da reflexão de um pulso de energia eletromagnética quando este encontra gotas de água e cristais de gelo em suspensão na atmosfera. No Brasil, atualmente, poucos radares operam rotineiramente, o que impede a sua utilização em escala nacional. No entanto, dada a crescente necessidade de dados climáticos mais confiáveis, vislumbra-se um considerável incremento na utilização de radares meteorológicos no país.

No território brasileiro, de forma geral, são perceptíveis a pequena quantidade e a relativa má distribuição espacial dos postos pluviométricos frente à extensão do país (VOLPATO et. al., 2008). Neste contexto, surge a necessidade de metodologias que contemplem melhores estimativas de precipitação, via sensoriamento remoto, objeto da presente pesquisa.

O emprego rotineiro de novas tecnologias para estimativas de precipitação ainda é raro e é mais popular nos países desenvolvidos, notadamente os Estados Unidos da América. Esta ausência no Brasil deve-se ao geral desconhecimento das técnicas de sensoriamento remoto para estimativas de precipitação, a falta de investimentos em gestão territorial, a pequena difusão na sociedade das imagens de satélite e pela ausência de técnicas adaptadas às diversas condições climatológicas locais.

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC (2016) disponibiliza rotineiramente estimativas de precipitação diária para toda a América do Sul. No entanto, ressalta-se que as estimativas disponibilizadas são realizadas pela NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration através da técnica NESDIS - NOAA Environmental Satellite Data Information Service calibrada para os Estados Unidos da América e não especificamente para o Brasil.

Além do CPTEC (2016), têm-se conhecimento de três iniciativas voltadas ao desenvolvimento e calibração de técnicas de estimativas de precipitação via satélite para o território nacional. A Divisão de Satélite do Departamento de Meteorologia da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCME desenvolveu o Projeto Chuva para melhorar a qualidade de previsão do tempo em regiões tropicais (CPTEC, 2016). A Universidade Federal de Viçosa e o Goddard Space Flight Center - GSFC-NASA construíram uma versão brasileira da técnica NESDIS, calibrando

do os parâmetros internos do algoritmo utilizado para refletir as condições locais da região Amazônica (NOAA, 2016). E a Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia - COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro desenvolve atualmente um projeto para adaptação e calibração de um modelo operacional de estimativa de chuva sobre as principais bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Os dados de precipitação são importantes devido à necessidade de prever o clima, assim como a de mitigar os impactos ambientais causados, em algumas situações fundamentais, pelas diversas atividades humanas, tais como: geração de energia elétrica, navegação fluvial, sistemas de irrigação e agricultura de forma geral, exploração de aquíferos e ocupação do solo (MOL, 2005).

O desenvolvimento e a calibração de métodos de estimativa da precipitação por sensoramento remoto no Brasil se justificam na medida que podem gerar dados que completem e potencializem os dados convencionais existentes, permitindo uma melhor espacialização do processo físico. O emprego de tais métodos é possível em todas as regiões do país, sendo especialmente indicados para aquelas com pouca informação pluviométrica.

Assim, a utilização em larga escala de tais métodos diminuiria o enorme vazio de dados pluviométricos, ao mesmo tempo que potencializaria o uso das informações convencionais existentes, sendo ainda considerados de baixo custo operacional. O emprego das estimativas de precipitação obtidas com o auxílio de satélites tem indicado melhoras nos resultados obtidos, e gerado uma maior confiabilidade nos trabalhos hidrológicos de curtíssimo prazo, essenciais para a gestão sustentável dos territórios e implementação de sistemas de alerta (THIELEN et. al., 2000).

Sendo assim, desenvolveu-se um método de estimativa de precipitação através de imagens do satélite GOES 8 nas bandas espectrais do visível, infravermelho e vapor d'água. Com valores de chuva acumulada em períodos de 24 horas durante todas as estações do ano. A pesquisa obteve parâmetros relevantes para o desenvolvimento de uma metodologia específica para o território em estudo e para as bandas espectrais utilizadas, mas que eventualmente podem ser aplicados de uma forma geral a qualquer território, através da calibração de modelos, sempre identificando a influência de sazonalidade.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Área de estudo e os dados de precipitação utilizados**

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), o Estado de Minas Gerais possui 586.519 km<sup>2</sup> de superfície, o que resulta em uma média de 5.020 km<sup>2</sup> por posto pluviométrico. Os dados de precipitação utilizados referem-se a 117 postos pluviométricos. Com as coordenadas geográficas dos postos construiu-se uma máscara que contém o posicionamento dos postos dentro das imagens do GOES 8. Esta máscara está representada na figura 1.



Figura – 1 – Máscara com postos pluviométricos

Observa-se ainda na figura 1 que os postos pluviométricos estão mal distribuídos na área de estudo. O ano de 2014 pode ser considerado atípico devido ao fenômeno “El Niño”, que é o aquecimento das águas do oceano pacífico (o resfriamento é chamado de “La Niña”). Estes fenômenos induzem a mudanças na circulação atmosférica global e conseqüentemente na distribuição da precipitação (CPTEC, 2016). Tipicamente, o fenômeno La Niña é associado a condições mais secas para o sul do continente americano. A partir dos dados de precipitação utilizados, constatou-se que o período de julho a setembro de 2014 seria marcado pela transição de El Niño para La Niña. Isto ocasionaria a predominância de dias mais secos no período de outubro a dezembro no sudeste da América do Sul. Desta forma, na presente pesquisa foram analisados separadamente cada um dos semestres para construção de estimativas diferenciadas.

## 2.2. GOES 8

O satélite GOES 8 é operado pela National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA, mas seu desenvolvimento, construção e lançamento coube à National Aeronautic and Space Administration - NASA. Ele se localiza em órbita a 35.800 quilômetros sobre a Linha do Equador a 75°W de longitude, com velocidade semelhante a rotação terrestre, o que o caracteriza como estacionário (NOAA, 2016). A plataforma do GOES 8 carrega instrumentos multicanais projetados para captar a radiação e a energia refletida pela Terra, a superfície terrestre é mapeada simultaneamente em todos seus cinco canais. O canal 1 (Visível) situa-se no comprimento de onda de 0,52 a 0,72  $\mu\text{m}$ , já o canal 2 (Infravermelho de ondas curtas) de 3,78 a 4,03  $\mu\text{m}$ , o canal 3 (Vapor d'água) varia entre 6,47 a 7,02  $\mu\text{m}$ , o canal 4 (Infravermelho) de 10,2 a 11,20  $\mu\text{m}$ , e o canal 5 (Infravermelho de ondas longas) de 11,5 a 12,5  $\mu\text{m}$  (ELLROD, 1998). As imagens aqui utilizadas são dos canais 1 e 4 (ambas cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2016). As imagens abrangem o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2014, porém, como existem 69 dias com falhas no processo, apenas 296 dias são passíveis de serem processados com uma resolução temporal de 3 horas.

Como o canal 1 depende da exposição solar, suas imagens dispõem-se apenas nos horários diurnos, já para o canal Infravermelho existe recepção em todos os horários, resultando em doze imagens diárias disponíveis (4 do canal 1, 8 do canal 4). A precisão espacial das imagens fornecidas pelo INPE (2016) é de 4 km. A informação contida no canal 1 representa a refletância, que de acordo com Mol (2005) é a razão entre a radiação incidente e a refletida neste canal, com duas casas de precisão (por exemplo: 6239 representa 62,39%). A informação contida nas imagens do canal 4 representa a temperatura do topo das nuvens, ou na ausência de nuvens, a temperatura da própria superfície terrestre, em Kelvin com duas casas de precisão. Ressalta-se que as temperaturas não são produzidas diretamente pelos sensores do GOES 8, mas sim através de correlações com os valores reais, que são obtidos com sondas atmosféricas a partir da contabilização da energia oriunda da superfície terrestre.

### 2.3. Processo de Nimbos

Embora existam debates acerca da exata relação entre o brilho da nuvem no canal visível e a precipitação, é aceito como via de regra que quanto mais brilhantes, mais espessas elas são, e conseqüentemente com maior tendência a gerar precipitação (ROSENFELD, 1990). No canal visível a Terra não emite radiação, mas reflete a oriunda do Sol, o que permite a realização das seguintes observações: as nuvens mais espessas são mais brilhantes porque refletem mais radiação solar (cumuliformes ou bancos de nuvens estratificadas com grande espessura); e as de grande altura, mas pouco espessas (cirriformes) são pouco ou nada visíveis.

A temperatura da superfície da nuvem é tida como um dos fatores determinantes do processo de estimativa da precipitação (MOL, 2005). Quanto menor a temperatura, maior é a penetração nas camadas mais altas da atmosfera e, conseqüentemente, maior a tendência a gerar precipitação. No canal infravermelho, a atmosfera quase não absorve radiação, porém as nuvens sim. Assim, para as imagens obtidas no canal do infravermelho, pode-se enumerar as seguintes observações: as nuvens frias emitem menos radiação, e desta forma, são vistas mais escuras do que em relação a superfície, as nuvens cirriformes possuem pequena absorção da radiação solar, mas absorvem radiação térmica vinda do solo, voltando a emití-la. Portanto, estas nuvens quando situadas em altitudes elevadas também podem ser visualizadas no canal.

### 3. Resultados

O vapor de água contido na atmosfera é um reservatório potencial da água que, sob determinadas condições, condensa possibilitando as precipitações. De acordo com Oliveira (2012), as nuvens só se formam quando o ar se torna supersaturado em relação à água. Ele pode atingir a saturação por duas maneiras: por acréscimo de vapor d'água ao ar ou por resfriamento. Dentre estas, a segunda é preponderante. Como a capacidade do ar em conter vapor d'água varia com a temperatura, o resfriamento ocasiona a diminuição do volume da massa de ar, diminuindo assim a capacidade do ar em conter vapor.

Mol (2005, p. 5) defende que: "para que ocorra a precipitação é necessário que as gotas tenham um volume tal que o seu peso supere as forças que as mantêm em suspensão". Assim, a precipitação está intimamente ligada ao crescimento das gotículas, ocorrendo principalmente pela diminuição da temperatura. Segundo Bertoni e Tucci (2000), nas nuvens com temperatura abaixo de 0° C a tensão máxima de vapor é, para uma mesma temperatura, menor para o gelo do que para a água sobrefundida. Quando uma nuvem fria, devido à turbulência, contiver ao mesmo tempo cristais de gelo e gotículas de água sobrefundida, estas se vaporizam em proveito dos

cristais de gelo, tornando-se centros de condensação e aumentando de volume, ocasionando a precipitação. Esta teoria é conhecida como Teoria de Tor Bergeron – Findensen, de 1935.

Neste processo de estimativa via sensoriamento remoto, a peça central de todo o trabalho é o algoritmo de reconhecimento da precipitação, que tem por objetivo gerar um banco de dados suscetível de ser correlacionado estatisticamente com os dados observados nos postos pluviométricos. Tal algoritmo consiste em um programa computacional que, baseado na reflectância e na temperatura do topo das nuvens, pretende identificar quais as nuvens passíveis de gerar chuvas em cada horário imageado. O produto final do algoritmo é um banco de dados composto pela variável independente nomeada "IR", que corresponde ao somatório das assinaturas das imagens no canal 4. A assinatura de um pixel do canal 4 em um dado horário somente participará do cálculo se a sua posição estiver contida na área considerada precipitável naquele horário.

Após a separação das áreas consideradas precipitáveis, as imagens resultantes são somadas e geram o banco de dados para a regressão quadrática, cuja variável é a chuva dos postos pluviométricos. Assim obtém-se um modelo estatístico que possibilita estimar a precipitação em toda a área de estudo. Os parâmetros do algoritmo são três: R, kD e kN. O parâmetro R refere-se a reflectância, somente sendo aplicado nas imagens diurnas (canal 1). Os parâmetros kD e kN referem-se a temperatura do topo das nuvens, sendo aplicados em todas as imagens do canal 4. Com kD para o período diurno e kN para o noturno.

Para que um determinado pixel possua uma nuvem precipitável diurna é necessário que a reflectância (canal 1) seja superior a R e a temperatura inferior a kD (canal 4). Já no período noturno é necessário que a temperatura seja inferior a "kN" (canal 4). Estes parâmetros são funções da dinâmica e da estrutura física das nuvens e podem variar largamente tanto no tempo quanto no espaço (DUGDALE et al., 1991).

Desta forma, a escolha dos parâmetros kD e kN deve ser criteriosa, pois deve retratar ao máximo a maior parte dos fenômenos meteorológicos precipitáveis na área de interesse. Durante o período diurno, as imagens do canal 1 e 4 excluem de forma mais confiável as nuvens não precipitáveis, o que permite uma temperatura maior como limite diurno, uma vez que período noturno não há o auxílio das imagens do canal 1. Desta forma, optou-se se pela adoção de temperaturas diferentes nos períodos diurno e noturno, ou seja, valores de kD e kN diferenciados (DUGDALE et al., 1991).

Calibrar o algoritmo de reconhecimento da precipitação significa obter os valores mais adequados para os parâmetros (R, kD, kN), com o intuito de se conseguir a melhor representatividade da precipitação. Após diversos testes realizados de forma iterativa com os dados disponíveis, obteve-se como melhores parâmetros os seguintes: 30% (R), 235 K (kD) e 270 K (kN). Com tais parâmetros, o algoritmo reconheceu acertadamente 73,22% para as ocasiões com precipitação e 81,45% para as sem precipitação. Barret et al. (1990) apresentam o resultado alcançado por dois algoritmos baseados nas micro-ondas passivas, onde o total de acertos foi de 86,8 % (algoritmo de frequência) e 84,0 % (algoritmo de polarização). Como a qualidade das estimativas com a utilização de micro-ondas passivas são tidas como de melhor qualidade (comparativamente aos critérios bi espectrais no infravermelho e visível), considera-se que os resultados alcançados na presente pesquisa são compatíveis com a metodologia empregada. (BARRET et al., 1990)

A descontinuidade observada na distribuição dos pontos P x IRdiário na figura 2 é explicada pela diferenciação numérica da variável IRdiário entre os dias com diferentes quantidades de imagens diárias (de 1 até 8) retratando precipitação. Como existem sete agrupamentos identificáveis de pontos P x IRdiário, conclui-se que o algoritmo reconheceu até 7 imagens diárias como precipitáveis (dentre as 8 possíveis).

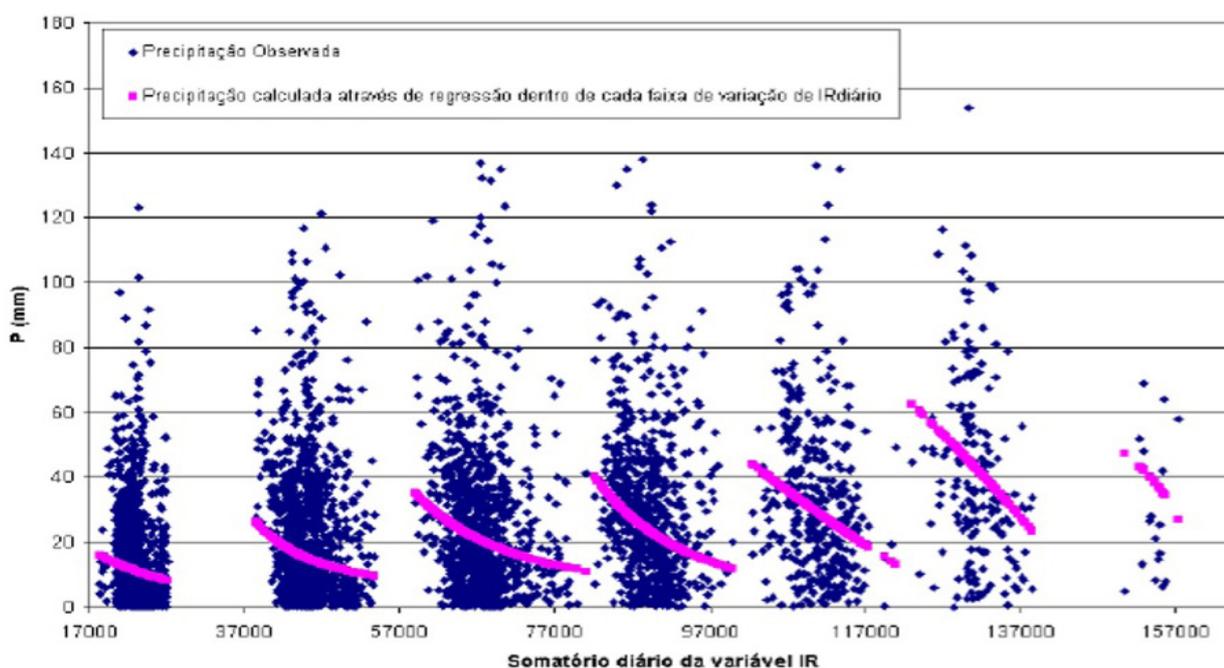


Figura – 2 – Precipitação observada x IR diário

A mesma situação repete-se no 2º semestre. Os valores limites de cada agrupamento estão apresentados na tabela 1. Excluindo-se as amostras nulas e os erros de reconhecimento do algoritmo, têm-se 9.566 observações não nulas de precipitação corretamente identificadas pelo algoritmo (4.646 no 1º e 4.920 no 2º semestre). Para as regressões em cada uma das faixas de variação de IR diário utilizou-se o programa MINITAB.

Nº de imagens diárias precipitáveis	Faixas de IR diário (Kx100)	Faixas de IR diário (K)
1	14.800 a 27.000	148 a 270
2	38.000 a 54.000	380 a 540
3	59.000 a 81.000	590 a 810
4	82.000 a 100.000	820 a 1.000
5	102.000 a 121.000	1.020 a 1.210
6	123.000 a 141.000	1.230 a 1.410
7	150.500 a 160.000	1.505 a 1.600

Tabela 1 – Faixas de variação de IR

Os resultados das regressões encontram-se na tabela 2 e a representação gráfica do cálculo das precipitações para o 1º semestre encontram-se na figura 2.

Faixa	1º semestre	2º semestre
1	$R = 0,1099$ $R^2 = 0,0121$ $F_{\text{calculado}} = 13,17$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = (6,1545 - 0,13781 \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^{1/3})^3$	$R = 0,1064$ $R^2 = 0,0113$ $F_{\text{calculado}} = 17,10$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = 17,197 - 3,7187 \cdot 10^{-15} \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^3$
2	$R = 0,1617$ $R^2 = 0,0261$ $F_{\text{calculado}} = 33,98$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = (1,6377 + 7,6370 \cdot 10^{13} / \text{IR}_{\text{diário}}^3)^3$	$R = 0,3008$ $R^2 = 0,0905$ $F_{\text{calculado}} = 131,5$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = (33,401 - 0,8274 \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^{1/3})^2$
3	$R = 0,2002$ $R^2 = 0,0401$ $F_{\text{calculado}} = 41,72$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = (1,6944 + 8,7225 \cdot 10^{14} / \text{IR}_{\text{diário}}^3)^2$	$R = 0,2393$ $R^2 = 0,0573$ $F_{\text{calculado}} = 67,99$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = (16,586 - 0,3431 \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^{1/3})^3$
4	$R = 0,2468$ $R^2 = 0,0609$ $F_{\text{calculado}} = 47,69$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = (0,8474 + 1,4301 \cdot 10^{15} / \text{IR}_{\text{diário}}^3)^3$	$R = 0,4698$ $R^2 = 0,2207$ $F_{\text{calculado}} = 150,7$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = 1090,7 - 23,599 \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^{1/3}$
5	$R = 0,2390$ $R^2 = 0,0545$ $F_{\text{calculado}} = 22,23$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = (11,236 - 4,2822 \cdot 10^{-15} \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^3)^2$	$R = 0,3509$ $R^2 = 0,1231$ $F_{\text{calculado}} = 38,89$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,95\%$ ) $P = (16,383 - 1,1857 \cdot 10^{-4} \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^3)^3$
6	$R = 0,2621$ $R^2 = 0,0687$ $F_{\text{calculado}} = 12,54$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 99,90\%$ ) $P = 153,34 - 4,8834 \cdot 10^{-14} \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^3$	$R = 0,1424$ $R^2 = 0,0203$ $F_{\text{calculado}} = 3,126$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 90,00\%$ ) $P = (23,430 - 0,4013 \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^{1/3})^3$
7	$R = 0,4436$ $R^2 = 0,1968$ $F_{\text{calculado}} = 3,920$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 90,00\%$ ) $P = (5862437 - 108229 \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^{1/3})^{1/3}$	$R = 0,4843$ $R^2 = 0,2346$ $F_{\text{calculado}} = 3,984$ ( $\check{e}_{\text{modelo}} = 90,00\%$ ) $P = (7,6084 - 1,1601 \cdot 10^{-15} \cdot \text{IR}_{\text{diário}}^3)^3$

Tabela 2 – Modelos matemáticos para as faixas de IR

Na figura 3 encontra-se a estimativa realizada para o dia 07 de janeiro de 2014 com os modelos apresentados na 2ª coluna da tabela 2. Ressalta-se, na estimativa realizada na figura 3, os modelos foram aplicados individualmente nas áreas com valor de IRdiário situado nas faixas específicas em que cada um foi construído.

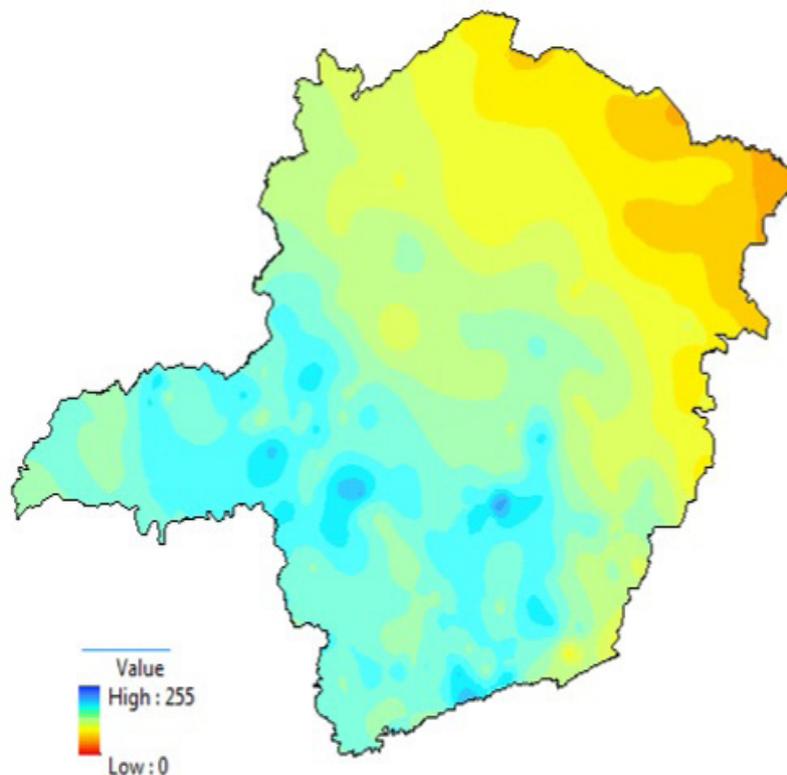


Figura – 3 – Estimativa de precipitação

Segundo Dugdale et al. (1991) as estimativas de chuva feitas sem o auxílio de operações de vizinhança provavelmente apresentam maior utilidade quando feitas para períodos de acúmulo ao entorno de 10 dias. Como as distribuições espaciais e temporais da precipitação são de natureza essencialmente aleatória, o aumento do número de eventos considerados ocasiona uma diminuição na sua variabilidade, quando se analisa o montante acumulado. Nesta regressão foram utilizados 19 períodos, dentre os 36 possíveis, devido aos dias em que faltaram imagens. Ao contrário da regressão para a precipitação diária, na amostra utilizada para a regressão incluem-se os erros de reconhecimento do algoritmo e os elementos nulos, isto porque estes estão presentes em todos os períodos, tornando impossível a sua remoção.

Os resultados numéricos obtidos encontram-se na tabela 3 e a figura 4 ilustra graficamente o modelo matemático obtido. A imagem representa a soma de 80 imagens horárias que compõem uma imagem diária, ou das 10 diárias produzidas no período. O modelo é aplicado de forma integral.

Modelos e Indicadores Específicos	
R	0,6794
R <sup>2</sup>	0,4616
F <sub>calculado</sub>	2311
ē <sub>modelo</sub>	99,95%
Modelo	$P = 26,649 + 6,3387 \times 10^{-10} \cdot (IR_{decendia} - 1)^2$

Tabela 3 – Modelo matemático para precipitação

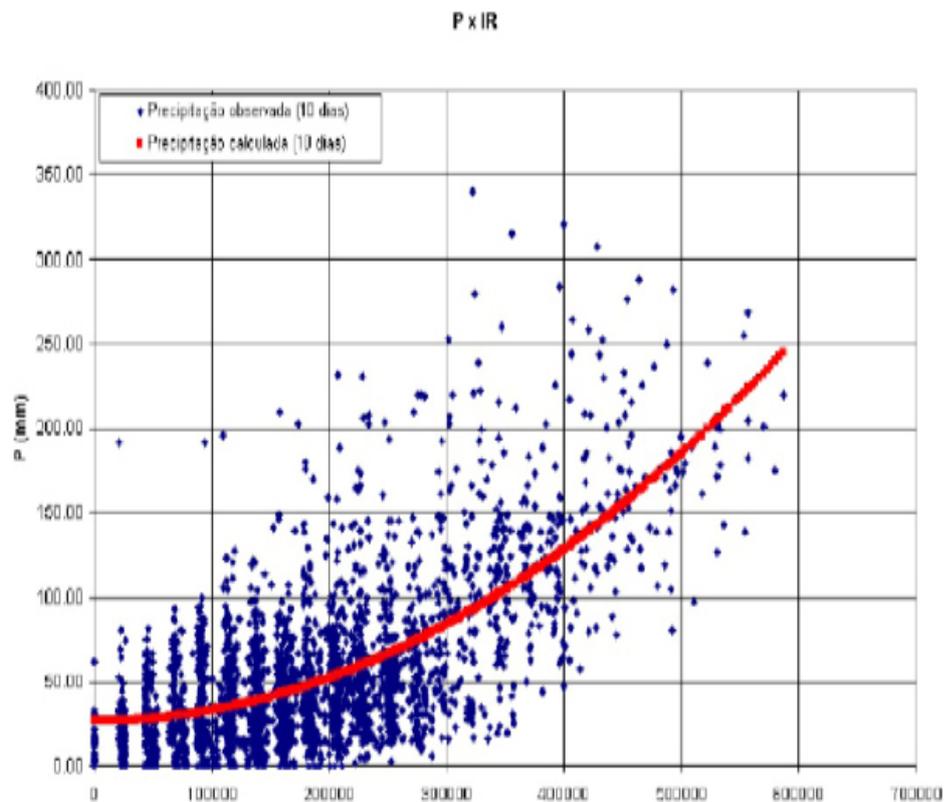


Figura – 4 – Faixas de variação de IR x Precipitação

A figura 5 representa a estimativa de precipitação para o período de 03 a 12 de janeiro de 2014, das 8:00h do dia 02 às 08:00h do dia 12; calculada através do modelo expresso na tabela 3. Na presente configuração do conjunto algoritmo/modelo, várias fontes de erro podem ser apontadas como atuantes, sendo as principais as seguintes: a relativa incapacidade do algoritmo em reconhecer nuvens cirriformes em altitudes elevadas, baixas precisões temporal e espacial das imagens, ruídos, falta de precisão no processo de georreferenciamento; efeito do vento e eventuais erros nos dados dos postos pluviométricos.

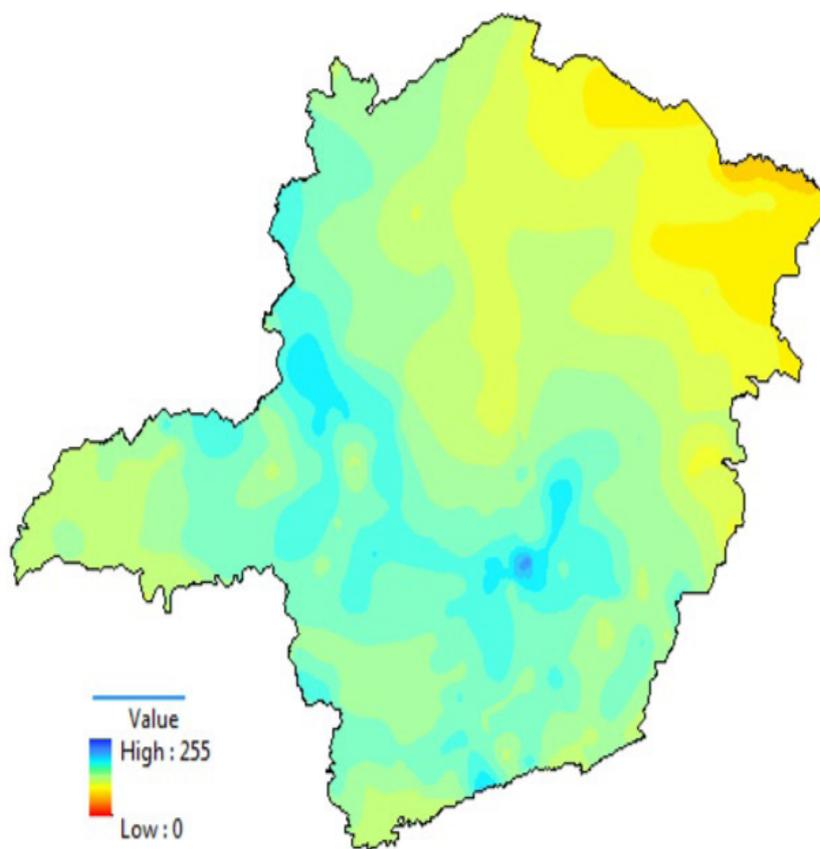


Figura – 5 – Estimativa de precipitação

#### 4. Discussão

Como resultado da presente pesquisa, obteve-se um algoritmo de estimativa de precipitação acumulada em períodos de 24 horas e 10 dias, calibrado especificamente para o estado de Minas Gerais, cujos dados de entrada foram imagens do satélite GOES 8 nos canais visível e infravermelho. A. Os parâmetros julgados relevantes para as estimativas foram a reflectância no canal 1 (visível) de 30%, limites de temperatura no canal 4 (infravermelho) de 270 K no período diurno (KD) e 235 K no noturno (KN).

Além destes parâmetros, concluiu-se que a variável independente mais representativa é o somatório diário das temperaturas das nuvens consideradas precipitáveis (IR) e que, devido ao intervalo de imageamento de 3 horas, o emprego de um conjunto de modelos é mais realístico que um modelo único.

Apesar do desempenho das estimativas ter sido considerado levemente superior nas condições mais secas vigentes no 2º semestre de 2014, a influência da sazonalidade foi considerada muito pequena na presente configuração do algoritmo/modelo de estimativa. Independentemente dos baixos coeficientes de determinação, os modelos estatísticos obtidos foram considerados compatíveis com as técnicas empregadas e com os dados disponíveis. Além disto, sugere-se o emprego destas estimativas em modelos hidrológicos como um meio mais para a comprovação da validade das estimativas com sensoriamento remoto.

Devido às complexas relações existentes entre as diversas fontes causadoras dos erros ob-

servados, não houve uma análise aprofundada sobre o efeito da sobreposição dos mesmos. As fontes de erro apontadas foram as baixas precisões temporal e espacial das imagens, a relativa ineficiência do algoritmo em reconhecer as nuvens cirriformes a altitudes elevadas, os erros contidos na série pluviométrica, os ruídos eletrônicos presentes nas imagens, a baixa qualidade do georreferenciamento pelo modelo de geometria orbital e o efeito do vento.

Os estudos futuros para estimativas da precipitação com sensoriamento remoto devem utilizar ao máximo critérios multiespectrais, pois quanto mais informações forem disponibilizadas para o processamento, maiores serão as probabilidades de se identificar e mensurar corretamente as nuvens precipitáveis.

O advento das micro-ondas não deve ser utilizado como argumento para a não utilização dos canais visível e infravermelho, devendo-se criar técnicas adaptadas ao uso conjunto de todas as informações disponíveis para a construção da melhor correlação com a precipitação observada.

Como o processo de regressão tende a ser mais consistente quando se utiliza uma região com padrão climatológico homogêneo, sugere-se também aos estudos futuros a execução prévia de um zoneamento climático. Que, segundo Dybkjaer (2001), pode ser obtido através da construção de um gráfico, em que se loca o produto do inverso da latitude pela altitude de uma célula em função de sua respectiva TB (Brightness Temperature) no canal de 22 GHz. As células que apresentam agrupamentos distintos para os pontos obtidos são consideradas zonas homogêneas, o que permite zonear toda a área de interesse.

Um refinamento possível e desejável no algoritmo de reconhecimento da precipitação é a automatização da escolha dos parâmetros, segundo o desempenho observado em cada regressão. Para que isto seja possível, é necessário que se construa um algoritmo capaz de agregar numa única rotina computacional as técnicas de geoprocessamento/sensoriamento remoto com as técnicas de regressão, pois o processo deverá ser eminentemente iterativo. Este algoritmo é viável, desde que se utilize uma linguagem de programação que permita agregar o trabalho com as imagens e a regressão numérica. Tal refinamento traria maior segurança na calibração dos parâmetros, uma vez que uma pesquisa continuada capturaria mais a sazonalidade da precipitação, trazendo ganhos na qualidade comparativamente à calibração manual em um período de tempo limitado.

Com relação aos dados de solo, a agregação de radares meteorológicos traria uma ótima solução para a baixa representatividade das medidas pontuais feitas nos pluviômetros. Apesar dos próprios radares meteorológicos necessitarem de pluviômetros e/ou pluviógrafos para calibração dos instrumentos, os radares produzem informações mais confiáveis de precipitação em uma área circular que poderia ser utilizada Pixel a Pixel em uma comparação com as características das nuvens, o que eliminaria a "pontualidade" dos dados de pluviômetro.

Como a resolução temporal de 3 horas adotada no presente trabalho não atingiu excelentes resultados para a precipitação diária, sugere-se a redução do intervalo de tempo entre as imagens de satélite, pois isto incluiria as nuvens precipitáveis que ocorreram entre os horários e diminuiria a descontinuidade observada. Supõe-se ideal o intervalo de 5 minutos, muito embora os mais novos satélites ambientais produzam imagens a cada 15 minutos, o que já seria uma excelente resolução temporal.

Com relação às imagens de satélite, um aumento na resolução espacial traria melhora no reconhecimento da precipitação ao permitir a inclusão de sistemas convectivos de pequenas dimensões e a melhor atuação dos critérios de textura e de gradiente de temperatura. Uma melhor resolução traz mais informações por unidade de área, aumentando a discriminação das nuvens e ressaltando as suas características, em especial a textura.

As estimativas da precipitação com sensoriamento merecem o crédito de espacializar a chuva

com parâmetros físicos observados diretamente nas nuvens em toda a área de interesse, situação impossível de ser alcançada pelas extrapolações/interpolações convencionais, por mais sofisticados que sejam tais processos. Além disto, os satélites podem ser considerados os únicos meios capazes de estimar a precipitação nas vastas áreas do planeta desprovidas de quaisquer informações de postos.

Apesar desta primazia, as estimativas com sensoriamento remoto não têm a pretensão de substituir os dados convencionais de precipitação. Mesmo que técnicas mais sofisticadas venham a aprimorar seu resultado, deve-se reconhecer que o sensoriamento não pode fornecer todas as respostas e, desta forma, as estimativas de chuva a partir de satélites não devem ser utilizadas como razão futura para dispensar a implantação e manutenção de uma vasta rede de postos pluviométricos.

Desta forma, as técnicas convencionais e as de sensoriamento remoto devem ser tomadas como complementares, e a melhor estratégia para o difícil problema de estimar a precipitação em todas as escalas espaciais e temporais deve ser o uso conjunto de todos os dados disponíveis em solo, por radar e de satélite.

A metodologia de medição proposta neste trabalho pode funcionar como um excelente veículo na ação preventiva, mitigadora e recuperativa frente aos desastres naturais, e às suas graves consequências. Que vão desde a perda de vidas humanas e a inutilização da produção agrícola, até incontáveis prejuízos financeiros.

## Referências

BARRET, E. C. et. al. **Rainfall Over The North Sea**. Bristol: University of Bristol, 1990. 85p.

BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: Carlos E. M. Tucci. (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2000. p.177-241.

CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: < <http://bancodedados.cptec.inpe.br/> >. Acesso em: 13 fev. 2016.

DUGDALE, G.; HARDY, S.; MILFORD, J. R. Daily Catchment Rainfall Estimated from Meteosat. **Hydrological processes**. Malden, v. 5, n. 3, p 261-270, set. 1991.

DYBKJAER, G. Accuracy assessment of temporal and spatial up-scaling of IR rain cloud duration techniques. In: REMOTE SENSING AND HYDROLOGY 2000. n. 267, Santa fe. **Proceedings of a symposium held at Santa Fe, New Mexico**. Oxfordshire: Internacional Association of Hydrological Sciences publication, 2001.

ELLROD, G. P. et. al. An Assessment of GOES-8 Imagery Data Quality. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v. 79, n. 11, p. 2509-2526, nov. 1998.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 13 fev. 2016.

MOL, J. M. D. **Estimativa de Precipitação por meio de Sensoriamento Remoto**. 88 f. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

NAGHETTINI, M. Mananciais superficiais: aspectos quantitativos. In: HELLER, L.; PADUA, V. L. (Org). **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Minas Gerais: UFMG, 2006. Vol. I.

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. **Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES)**. Disponível em: <[http://www.nesdis.noaa.gov/about\\_satellites.html](http://www.nesdis.noaa.gov/about_satellites.html)>. Acesso em: 7 fev. 2016.

OLIVEIRA, M. G. L. **Impacto dos aerossóis atmosféricos na formação de nuvens e precipitação sobre a Região Metropolitana de São Paulo**. 135 f. Tese de doutorado - Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ROSENFELD, D.; LENSKY, I. M. Satellite based insights into precipitation formation processes in continental and maritime convective clouds. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v. 79, n. 11, p. 2457-2475, nov. 1998.

THIELEN, J.; BOUDEVILLAIN, B.; ANDRIEU, H. A radar data based short-term rainfall prediction model for urban áreas – a simulation using meso-scale meteorological modelling. **Journal of hydrology**, Manchester, v. 239, n. 1, p. 97-114, nov. 2000.

VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C. Geotecnologias aplicadas à agrometeorologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 246, p. 1-10, set/out. 2008.

# SOB O ABRIGO DA TRADIÇÃO: RECONHECIMENTO DE IDENTIDADE COMO ESTRATÉGIA DE SOBREVIVÊNCIA EM COMUNIDADES LITORÂNEAS DO CEARÁ

MAARTIN LUC ROSA DEPREZ  
GEMA GALGANI SILVEIRA LEITE ESMERALDO

## Resumo

As comunidades litorâneas no Nordeste do Brasil sofrem pressões de vários ângulos, ameaçadas em seus direitos costumários a terra por representantes poderosos de outros usos do território, ao mesmo tempo em que seus habitantes lutam para redefinir suas posições em uma sociedade em rápida mudança, cada vez mais presente, mais imposta e mais requisitada. Neste artigo, consideramos o processo de formação de identidades defensivas no caso de duas comunidades tradicionais no litoral do Ceará: a do Batoque, no município de Aquiraz, que se tornou uma Reserva Extrativista na luta contra grandes proprietários de terra, mas continua dividido em relação à presença de veranistas e à venda de terras, uma atividade que se tornou ilegal; e a do Sítio Cumbe, localizado no município de Aracati, que passou pelo processo de emancipação de uma longa história de ocupação – com a carcinicultura e a geração eólica como atuais representantes – através do reconhecimento como comunidade Quilombo. Enquanto a afirmação dos direitos da comunidade sobre o território tradicionalmente usado significaria uma ruptura histórica que, pela primeira vez, colocaria a comunidade no controle, o processo é dificultado por conflitos internos. Contudo, a identidade externa é uma arma importante utilizada por membros destas comunidades na defesa da sua unidade e dos seus territórios. Internamente ajuda a motivar a comunidade, a definir interesses em comum e a organizar os esforços. Para fora, promove o reconhecimento de direitos legais e a aceitação da sociedade maior dos objetivos da comunidade.

**Palavras-chave:** Quilombo. Reserva Extrativista. Tradição. Pesca artesanal.

## Abstract

Coastal communities in the Northeast region of Brazil suffer pressures from various angles, threatened in their customary land-use rights by powerful representatives of other uses of the territory, at the same time as its inhabitants struggle to redefine their positions in rapidly changing society, ever more present, more imposed e more called upon. In this article, we look at the formation process of defensive identities in the case of two traditional coastal communities of Ceará: the community of Batoque, in the Aquiraz municipality, that has become an Extractive Reserve in its struggle against landowners, but continues to be divided in regard to land-selling and the presence of vacationers, an activity that has become illegal; and the community of Cumbe, located in the municipality of Aracati, that has passed through the process of emancipation from a long history of oppression – with shrimp farms and wind turbine parks as actual representatives – by way of recognition as a Quilombo community. While the acknowledgment of community rights over the territory used of old would imply a historical rupture that, for the first time, would put the community in control, the process is troubled by internal conflicts. Nevertheless, external identity is an important tool used by the members of these communities in defense of their unity and their territories. Internally, it helps to motivate the community, to define communal interests e to organize the efforts. Externally, it promotes legal recognition and acceptance by greater society of the objectives of the communities.

**Keywords:** Quilombo. Extractive Reserve. Traditional Fishery.

## 1. Introdução

A questão da identidade tende a aparecer mais fortemente em situações de conflito. Enfatizando comunalidades e interesses em comum, a identidade comunitária ajuda a fortalecer a coesão social e coordenar as ações entre pessoas, evitando algumas das piores consequências da tragédia dos comuns e reforçando as comunalidades das quais nasceu. A tragédia dos comuns, um conceito cunhado por Hardin (1968), refere a casos nos quais as escolhas racionais dos indivíduos envolvidos não levam à realização do bem comum do grupo. Um exemplo seria o uso conjunto de um pasto por várias famílias criadoras de gado de propriedade individual. Na ausência de mecanismos coordenadores, a opção mais interessante para cada parte seria de aumentar o próprio rebanho, já que ganhará todo o provento, enquanto os custos são divididos. Para o grupo, no entanto, a soma das decisões individuais resultara em uma catástrofe: a pastagem excessiva e a eventual destruição da propriedade conjunta. Embora essa situação seja parcialmente suavizada pela tendência humana de agir empaticamente, verdadeiras soluções envolvem negociação e regulação obrigatória. Tais medidas têm sido utilizadas com sucesso em várias formas e em uma variedade de situações (FEENY et al., 1990). No entanto, a impotência da humanidade em resolver importantes e urgentes questões ambientais a nível mundial demonstra a lamentável persistência da tragédia dos comuns, especialmente em processos de larga escala envolvendo atores culturalmente diversos e altamente divergentes em poder político e econômico.

Dentro de sociedades pequenas que não tem a possibilidade de impor uma autoridade central da forma que sociedades estatais fazem (DIAMOND, 2013), a identidade comunitária pode bem ser um elemento crucial para evitar que caiam aos pedaços. No contexto de comunidades em lugares onde sociedades estatais garantem certo grau de ordem, como é o caso de grande parte do mundo atual, importa como determinante da capacidade de auto-organização e de reação a influências externas. Além disso, ajuda a definir como pessoas de fora da comunidade veem e tratam a comunidade.

Identidade é um fenômeno relacional, que somente faz sentido à luz da existência de pessoas de fora – pessoas que são “diferentes” –, e faz tanto mais quando essas pessoas de fora constituem ameaças, reais ou percebidas, aos membros do grupo que compartilha a mesma identidade. Isso explica porque comunidades de migrantes que encontram desconfiança na nova sociedade tornam-se às vezes mais autoconscientes e mais conservadoras do que a população dos seus países de origem, usando a identidade étnica como mecanismo de defesa contra discriminação (MALTZAHN, 2009; MOSSAKOWSKI, 2003). Quando, por outro lado, o inimigo em comum desaparece, divergências internas tendem a aparecer, reforçando identidades intra-grupais. Da mesma forma, uma pessoa pode manter várias identidades ao mesmo tempo, invocando uma ou outra de acordo com o ambiente social imediato. Com os colegas do trabalho, por exemplo, enfatizará outras lealdades do que em casa ou em uma festa de família. Identidade, portanto, não deve ser tratada como uma propriedade singular e intrínseca de grupos ou pessoas, e sim como um fenômeno múltiplo e dinâmico. É uma realidade social que nasce das relações e age através das relações de pessoas com as pessoas ao seu redor, e de grupos com a sociedade maior.

Vários processos se encontram, colaboram e se contrariam na formação dessa realidade social. Mesmo o discurso sendo essencialmente unificador e naturalizador, a multitude de influências dá origem – especialmente em tempos de rápida mudança social – a uma constelação de representações conflitantes. Para nossos fins, será útil diferenciar três tipos de representações envolvidas na definição da identidade comunitária, a saber: (1) as representações internas ao grupo, pelas quais membros do grupo tentam explicar o grupo aos outros membros; (2) as representações de dentro para fora, feitas por membros do grupo frente a pessoas externas ao grupo; e

(3) as representações de fora, feitas por pessoas que não são membros do grupo, mas que podem influenciar na forma como a sociedade age em relação ao grupo, assim como na forma como os membros do grupo percebem a si mesmo.

Da perspectiva dos processos internos, a identidade comunitária pode ser descrita como o resultado de uma sensação compartilhada de pertencimento a um determinado grupo, dando origem a certas maneiras de pensar e sentir compartilhados entre membros do grupo, assim como a aceitação de certos códigos de comportamento e a submissão às dinâmicas de grupo. Como tanto, é um dos elementos essenciais para a existência de cultura, alimentando a pressuposição de que tenha algo compartilhado e algo compartilhável.

Essa identidade interna do grupo se estabelece, naturalmente, em constante interação com outros grupos, como se fosse uma versão coletiva do “looking-glass self” do Cooley (1992) – termo esse que refere à importância da imagem que imaginamos que outros têm sobre nós na formação da autoimagem. Em outras palavras, a auto definição de um grupo, assim como do indivíduo, é construída em confrontação direta com a própria interpretação do sujeito do seu entorno social, exatamente porque é essa a fonte de pontos de referência disponível. Isso não significa que o grupo é escravo da opinião que atribui aos “outros” pode muito bem definir-se em contraste a eles –, mas apenas que é difícil para o grupo imaginar uma posição sem referência ao seu “mundo”, sua perspectiva local e parcial da realidade. Por outro lado, seria ingenuidade afirmar que esse entorno só serve de pano de fundo contra o qual os sujeitos desenvolvem suas ideias. As ações partindo do entorno social certamente influenciam a sua interpretação, apenas não tão linearmente quanto costumamos acreditar. No processo de formação da identidade comunitária há portanto agência por parte do(s) sujeito(s) tanto quanto por parte dos “outros”.

Até esse ponto consideramos como a interação com os “outros” influencia na auto definição do grupo. Inversamente, a visão desses “outros” sobre o grupo importa para o grupo não só por seu papel no processo de auto definição, mas também porque intervêm crucialmente na forma como o entorno se relaciona ao grupo. Em um mundo onde esse entorno tem grandes poderes sobre assuntos de fundamental importância para o grupo, as questões de como o grupo se representa frente ao mundo exterior (nas suas formas múltiplas) e como o mundo exterior imagina e representa a comunidade – ambos em nome da identidade do grupo – não podem ser negligenciadas.

Tais dinâmicas de identidade formam um tema central nesse trabalho, que analisa duas comunidades litorâneas do Ceará que, nas suas lutas por direitos territoriais, recorreram com sucesso a status legalmente reconhecidos que as diferencia de outras comunidades e as reconhece com regimes específicos de direitos e regulações. Uma delas, a comunidade do Batoque no município de Aquiraz/CE, conseguiu, em 2003, proteção definitiva contra as reivindicações territoriais por latifundiários, através da transformação do seu território em uma Reserva Extrativista. A outra, a comunidade do Cumbe, localizada no município de Aracati/CE, foi reconhecida recentemente como um Quilombo – uma comunidade de descendentes de escravos –, ganhando assim certos direitos e, pelo menos em teoria, proteção territorial.

## 2. Do sítio Cumbe ao quilombo Cumbe

A vila de Aracati teve por meados do século XVIII como principal comércio à produção de “Carne do sol do Ceará”. As fábricas de beneficiamento localizavam-se na margem do grande Rio Jaguaribe e a carne seca era um dos principais alimentos dos escravizados e da população mais pobre (DANTAS, 2009; ROLIM, 2010). O crescimento da pecuária – estimulado pelo aumento do consumo da carne bovina – e abundância de sal no Nordeste propiciaram a industrialização da

carne seca ou “Carne do sol do Ceará”. O processo de produção desta carne salgada decorre da junção da técnica desenvolvida pelo índio e transferida posteriormente ao vaqueiro (GIRÃO, 1984). O subciclo do gado no Nordeste sucedeu ao do gado sulino na primeira metade do século XVIII. As carnes salgadas típicas podem ser resumidas em carne de sol, carne-seca e charque. A diferença reside basicamente na técnica de preparo. No entanto, na literatura os diversos nomes – charque, carne de sol e carne seca – são citados como sendo um só tipo de carne salgada, ou seja, indistintamente.

As características climáticas da região semiárida do Nordeste incluem longos períodos de seca. Neste sentido, os períodos de estiagem pela qual passou o Ceará nas décadas de 1777-1778 e 1790-1793 colaboraram para o declínio da “indústria” do charque no Ceará, embora a seca, não seja a única responsável pelo declínio (GIRÃO, 1996). De acordo com Xavier (2013), durante o período de maior crescimento econômico propiciado pela produção de charque, meados do século XVIII, se estabeleceram em Aracati ricos comerciantes – que eram proprietários de residências e comércios na localidade – criadores de gado e produtores dessa carne salgada. Alguns desses eram donos de sítios na localidade do Cumbe e faziam uso de trabalho escravo.

O final do século XVIII significou inúmeras mudanças na Europa, principalmente pela transição dos processos de manufatura trazidos com a Revolução Industrial, que embora tenha iniciado na Inglaterra logo se espalhou por toda a Europa. O Brasil, como colônia portuguesa, foi influenciada com o renascimento da agricultura não somente voltada para o cultivo da cana-de-açúcar – que já era bem presente no nordeste – mas também para a produção do algodão. Em virtude disso, as colônias que tinham como suporte econômico apenas a produção animal passaram a desenvolver uma economia mais agropastoril (GIRÃO, 1984). A exportação do algodão em grandes quantidades teve relação direta com o surgimento das primeiras instalações industriais europeias. No século XVIII a cotonicultura se tornou uma das principais atividades da economia do Ceará (DANTAS, 2009).

A comunidade do sítio Cumbe, localizada a 12 km de Aracati, foi uma região onde por meados do século XVIII houve a intensa produção de produtos como carne seca, couro, algodão e cana-de-açúcar para a confecção da famosa Cachaça do Cumbe, sendo esta uma das vilas mais prósperas no período colonial cearense (XAVIER, 2013).

O cultivo da cana-de-açúcar e a produção de cachaça foi um dos elementos que impulsionou a instalação de vários sítios, o que inclusive deu origem ao nome de Sítio Cumbe. Além dos engenhos de cana-de-açúcar, nos doze sítios também havia os cultivos de banana (*Musa sp.*), mandioca (*Manihot esculenta*), manga (*Mangifera indica L.*) e coco (*Cocos nucifera*) (QUEIROZ, 2007), produtos que tinham comércios localmente, mas eram principalmente exportados. Com o tempo a produção destes produtos agrícolas e da cachaça do Cumbe passou a não ser interessante economicamente, a maioria dos donos dos sítios abandonou as construções, e estes locais foram aos poucos sendo enterrados pelas dunas. Um dos sítios que ainda se preserva atualmente (pelo menos em parte) é o sítio do Luís Corrêa – que cultiva produtos agrícolas para sua subsistência – e o sítio do Xavier – que voltou sua produção principalmente para a carcinicultura e o turismo. Alguns outros locais, onde haviam sítios, foram ocupados por pessoas da comunidade com casas, mas a maioria dos espaços onde se localizavam os sítios com o decorrer do tempo e a valorização da terra pela carcinicultura foram vendidos para empresários da aquicultura. Isto deu origem a um novo “ciclo econômico” no Sítio Cumbe, o ciclo da carcinicultura. A partir da década de 1990 (embora a atividade tenha iniciado em 1970 no Brasil), empresários passam a vislumbrar novos usos para a região litorânea, além do turístico, em especial para as regiões com áreas de manguezal, como é o caso do Sítio Cumbe. Estes empresários chegaram à zona costeira para praticar a aquicultura, especificamente o cultivo de camarões em cativeiro – carcinicultura.

O Brasil pode ser considerado como uma frente recente de expansão da carcinicultura comercial. Ainda que a atividade tenha dado seus primeiros passos no Brasil no início da década de 1970 no Rio Grande do Norte, somente após o desenvolvimento do pacote tecnológico do camarão do pacífico (*Litopenaeus vannamei*) entre 1996/1997, é que um crescimento mais intenso ocorreu principalmente no final da década passada e início desta (IBAMA, 2005, p. 12).

A atividade de carcinicultura no Brasil se desenvolveu principalmente em três etapas (IBAMA, 2005): (1) Início da década de 1970: O Brasil iniciou os seus primeiros passos na produção, entretanto, a prática do cultivo de camarão em termos empresariais somente teve início nos anos 1980, com o uso da espécie exótica *Penaeus japonicus*. No entanto esta espécie não obteve o alcance de uma produtividade economicamente aceitável por não resistir às baixas salinidades. Neste contexto, a carcinicultura brasileira redirecionou seus objetivos para as espécies nativas *P. subtilis*, *P. schmitti*, *P. brasiliensis* e *P. paulensis*, que igualmente gerou baixa produtividade e pouca lucratividade, ocasionando a desativação e a reconversão à salinas de diversas fazendas no Nordeste; (2) Início da década de 1993: Após as tentativas com outras espécies nativas se optou decisivamente pelo cultivo da espécie exótica *Litopenaeus vannamei*. Esta possuía capacidade de adaptação às mais variadas condições e locais de cultivo, originando uma elevada produção. Esta espécie foi colocada como a principal espécie da carcinicultura brasileira e persiste ainda. A partir do controle de todo cultivo, houve um crescimento acelerado do setor de exportação, com diversos incentivos dos setores público e privado; (3) Do ano 2000 até 2004: Nesta fase voltaram-se os esforços para trabalhar no desenvolvimento de tecnologias propícias para a qualidade do produto final, como a melhoria das tecnologias de reprodução e engorda, o alcance da autossuficiência na produção de pós-larva e o desenvolvimento de rações de qualidade. Os incentivos das políticas públicas e privadas, as condições técnicas economicamente favoráveis e lucrativas permitiu colocar o Brasil como um dos principais produtores mundiais de camarão marinho cultivado.

A carcinicultura é economicamente lucrativa, no entanto, os empreendimentos de carcinicultura em áreas de manguezais possuem resultados desastrosos no quesito socioambiental, decorrentes de impactos gerados pela atividade. Infelizmente nenhum dos empresários e financiadores do ramo da carcinicultura está muito preocupado com isso, o objetivo destes é a maximização dos lucros, enquanto isso inúmeros crimes socioambientais são cometidos, legalizados inclusive pelo próprio Estado que financia e autoriza a instalação dos empreendimentos e “fecha os olhos” para as outras problemáticas.

Aracati, que possui uma extensa área com manguezais, se tornou um centro de instalação destas fazendas. Várias comunidades foram afetadas como o Sítio Cumbe – que possui a maioria das fazendas de carcinicultura da região –, Canavieira, Lagoa do Mato, Vila São José e Alto da Cheia (NOGUEIRA, 2006). Segundo um diagnóstico realizado pelo IBAMA em 2005, período em que o setor da produção de camarão já estava bastante consolidado no país – apesar de crises enfrentadas em 2003 em decorrência principalmente do surgimento de doenças – “uma boa parte dos empreendimentos de carcinicultura encontra-se localizada nos Municípios da Bacia do rio Jaguaribe, congregando um número elevado de empreendimentos, destacando-se Aracati, que apresentou 77 projetos” (IBAMA, 2005, p. 106). No município de Aracati foram contabilizados 31,4%, da totalidade de fazendas de carcinicultura instaladas no Ceará no período.

No caso específico do sítio Cumbe foram inúmeros os impactos negativos ao ecossistema manguezal e a comunidade de pescadores artesanais residente na região, que sempre dependeram para sua sobrevivência da atividade pesqueira praticada neste ecossistema. Os danos ambientais ao ecossistema incluem: a destruição de áreas úmidas (manguezais e alagados marinhos); a diminuição da produtividade pesqueira; soltura involuntária de espécies exóticas e competidoras com espécies nativas; disseminação de doenças; lançamento de efluentes sem prévio tratamento

nos corpos hídricos, causando poluição e morte da fauna local; salinização do solo e do lençol freático; disposição de carcinicultura no Cumbe com a privatização dos espaços, o que causou grandes desentendimentos entre os carcinicultores e os catadores de caranguejo e marisqueiras que por gerações utilizavam-se destes caminhos para chegar até a sua área de trabalho, o manguezal.

Do início da década de 1980 até os últimos anos a comunidade do Sítio Cumbe presenciou a chegada de grandes projetos, como a instalação da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CA-GECE (início de 1980) e a carcinicultura (final de 1990) e por fim a instalação do parque de energia eólica em 2003. O primeiro parque eólico do Brasil foi instalado em janeiro de 1999 na Taíba, no município de São Gonçalo do Amarante, no Estado do Ceará, já o segundo parque eólico foi inaugurado em abril de 1999, localizado na Prainha, no município de Aquiraz, sendo estas as duas primeiras usinas eólicas do mundo construídas sobre dunas. A construção dos parques eólicos só foi possível após a realização de pesquisas com estações anemométricas em várias partes do Estado. O projeto foi chamado de “Mapeamento Eólico do Estado do Ceará”. As pesquisas tiveram início na década de 1990, durando cerca de 5 anos e objetivaram investigar os recursos eólicos disponíveis e as áreas potencialmente favoráveis à implantação dos parques eólicos (LAGE; BARBIERI, 2001). No entanto, estas pesquisas somente avaliavam o potencial eólico do Estado, não considerando os inúmeros impactos socioambientais que a instalação dos geradores causaria ao meio ambiente – dunas, lençol freático, fauna local – e as comunidades tradicionais que vivem na zona costeira e se utilizam dos recursos naturais locais para lazer, trabalho e moradia e seriam afetadas diretamente pela instalação dos parques eólicos nas suas localidades de vida.

É claro que o objetivo destes empresários do ramo turístico, da carcinicultura e da energia eólica é sempre maximizar seus lucros, fazendo uso muitas vezes de práticas ilícitas, como Estudos de Impactos Ambientais fraudulentos. Neste caso, o Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) realizado pelas empresas como requisito para instalação dos parques eólicos geralmente não estão nada comprometidos com a veracidade das afirmações e com o desenvolvimento socioambiental das áreas que atuam. Estes estudos deixam de objetivar a prevenção de danos sociais e ambientais para tornar-se somente um documento formal e de viabilização da obra no processo de licenciamento ambiental. Com relação aos reais objetivos destes estudos e relatórios Cureau, Gisi e Araújo (2004, p. 10) citam:

No plano metodológico, o EIA é um estudo que alia investigação científica multi e interdisciplinar com técnicas de avaliação. (...) Trata-se da realização de um diagnóstico ambiental da área de influência de um projeto, numa perspectiva histórica, que sirva de base à previsão e avaliação dos impactos e à proposição, no mesmo documento, de medidas de mitigação e compensação cabíveis.

De acordo com os dados do “Mapeamento Eólico do Estado do Ceará”, o município de Aracati foi considerado como uma região com potencial recurso eólico. Por volta de 2003, Aracati entrou no novo vetor de desenvolvimento que se estabelecia na Zona Costeira: a construção de parques de energia eólica, que igualmente como a chegada dos carcinicultores, repetiu o mesmo discurso de “desenvolvimento social”, “desenvolvimento econômico da comunidade” e “geração de emprego e renda”. Evidente, que igualmente como a chegada da carcinicultura nada disso aconteceu, os empregos gerados pela carcinicultura foram muito poucos, com condições de trabalho péssimas e os parques eólicos geraram a maioria dos empregos somente na fase de instalação, que durou cerca de 1 ano.

Somando-se às inúmeras fazendas de carcinicultura instaladas na região, os problemas socioambientais da comunidade somente aumentaram. Encurralados entre o parque eólico e os empreendimentos de carcinicultura os pescadores/as e marisqueiras ficaram impedidos muitas

vezes de circular pelas redondezas, já que houve privatizações de terrenos; de proibição da pesca no manguezal e de usufruto das lagoas interdunares. Algumas famílias foram obrigadas a vender seus terrenos por preços baixíssimos, sendo praticamente expulsos de suas propriedades – como ocorreu com muitos moradores da região conhecida como Ubaeira –, entre outras intervenções que modificaram a dinâmica da comunidade.

Além destas problemáticas, no ano 2000 houve uma grande mortandade da fauna aquática do manguezal – e quase extinção dos caranguejos por cerca de três anos – em consequência do descarte do rejeito líquido metabissulfito de sódio diretamente no meio natural aquífero, rejeito este proveniente da despesca de camarão realizada nas empresas de carcinicultura. O metabissulfito possui uma ação antioxidante, ou seja, ele sequestra o oxigênio (O<sub>2</sub>) tanto da água quanto do alimento, gerando um ambiente anaeróbico, o que consequentemente interfere sobre os microrganismos aeróbios presentes (GÓES et al., 2008). Em decorrência disso, pescadores do Sítio Cumbe, Canavieira, Jardim, Volta, Córrego da Inveja, Beirada e Gurguri se viram obrigados a procurar caranguejo no Rio Grande do Norte, porque nas suas localidades a fauna de peixes, crustáceos (caranguejo, siri) e mariscos (sururu, ostras...) havia desaparecido ou diminuído. Muitos pescadores que não queriam sair do Cumbe, para sustentar suas famílias tiveram que se empregar em empresas de carcinicultura, indo contra os seus ideais de vida e de trabalho (QUEIROZ, 2007; TEIXEIRA, 2008; TUPINAMBÁ, 2002). Esta problemática foi amplamente discutida, publicada na literatura científica e reportada pelos meios de comunicação. Sendo realmente constatada a relação entre a mortandade da fauna aquática e o produto químico eliminado diretamente no manguezal. Passados três anos sem os carcinicultores eliminarem a substância diretamente no meio a fauna retornou ao manguezal. O que não retornou foi o tempo longe da família que os pescadores passaram por ter que ir trabalhar fora, também não houve retorno da inúmera quantidade de animais mortos, igualmente não é possível apagar as lembranças de tempos tão difíceis.

Nestas condições, a comunidade de pescadores artesanais e marisqueiras viveram momentos tensos, vendo o seu manguezal morrer, tendo que morar longe dos familiares para conseguir pescar e sustentar a família, sendo ameaçados constantemente por carcinicultores que utilizando de pressão psicológica, armas e ameaças físicas construíram por mais de uma década um clima de terror na comunidade. A divisão da comunidade entre aqueles que eram a favor e contra a carcinicultura na região foi um ponto que enfraqueceu a luta, porque com a divisão das famílias a luta não era somente contra um agente externo, mas travada inclusive internamente entre amigos e membros da mesma família. Aqueles a favor dos empreendimentos afirmam não quererem mais viver da pesca no manguezal e apontaram como principal ponto positivo a estabilidade de ter um emprego com carteira assinada. Estes negaram que a carcinicultura provoca o desmatamento do manguezal e afirmaram que esta somente trouxe benefícios para a localidade. Os que eram contrários apontaram como principais problemáticas o desmatamento e poluição do manguezal (fauna, flora e aquíferos), a privatização dos espaços e a violência implantada pelos carcinicultores.

Neste contexto histórico, a comunidade residente no Cumbe passou por mudanças relevantes no seu cotidiano, na sua relação com o meio ambiente – manguezal, dunas, água, paisagem, praia – e na convivência social local, já que é observável a ruptura da comunidade em grupos. Então, impulsionados pelo desejo de libertar seu território da dominação destes empreendimentos, anos de conflitos socioambientais foram travados, tendo na linha de frente famílias de pescadores/as e marisqueiras do Cumbe que eram contrários à dominação do seu território por empresários que usufruíam da região visando unicamente os benefícios econômicos. Encorajados por este ideal de libertação e apropriando-se da herança afrodescendente – já que no município de Aracati historicamente há a presença do negro na sua construção – a comunidade do Cumbe apegou-se a elementos importantíssimos da sua construção histórica para requerer o título de Comunidade

Quilombola do Cumbe. Elementos estes que tem como base a cultura e histórias africanas e a ocupação histórica do território (DANTAS, 2009). Reconhecendo toda a complexidade da questão quilombola e agregando a compreensão mais ampla do termo para fins históricos, Dantas cita:

(...) vamos pensar quilombo não apenas no plano da resistência dos sistemas de produção, no campo das organizações sociais de sociedade alternativa ao escravismo criminoso e de formas de produção da organização social, particulares ou específicas no período do pós-escravismo criminoso. (...) Podemos dizer que existe uma luta de resignificação do termo quilombo, decorrente dos embates entre a sociedade, movimentos sociais e o estado; neste processo o Estado Brasileiro utilizou-se da categoria de “remanescente de quilombo”, estando assim a fortalecer uma ideia de grupo (DANTAS, 2009, p. 66).

Para além de estar enquadrado somente numa categoria de “remanescente quilombola”, a comunidade do Sítio Cumbe conquistou – depois de anos de luta por seus direitos – o reconhecimento da sua auto definição como Remanescentes de Quilombo pela Fundação Cultural Palmares do Departamento de Proteção ao Patrimônio Afro-Brasileiro, em 5 de dezembro de 2014.

### 3. A Reserva Extrativista do Batoque

A comunidade do Batoque conseguiu proteção legal do seu território em 2003, quando foi fundada no seu território a primeira Reserva Extrativista do Ceará. Com isso, encerrou-se uma época de luta pela terra entre a comunidade e grandes empresários do turismo, embora não tenha acabado com todos os problemas a respeito. Localizado a 60 quilômetros de Fortaleza, a praia do Batoque não só desperta o interesse de grandes investidores, mas também se mostra popular na classe média alta como destinação de veraneio. A demanda por terra por parte de pretensos veranistas, seduz alguns habitantes do Batoque a vender terrenos, o que traz consigo certas desvantagens para a comunidade. A venda de terra, além de ser proibida pelo estatuto das Reservas Extrativistas, gera pressões sobre o espaço e diminui o potencial de renda proveniente do turismo. Enquanto o vendedor nativo ganha o valor da venda ou, em um regime comumente usado, uma casa simples ao lado da casa que o veranista constrói para si, empregando o nativo como caseiro, a comunidade perde a oportunidade de receber a família do veranista e seus amigos em uma pousada e de vender refeições em restaurantes e barracas de praia. Ao mesmo tempo, o terreno torna-se indisponível para atividades extrativistas, mesmo se o veranista visita sua residência somente algumas vezes por ano. Apesar destas desvantagens, a população nativa continua dividida em relação à venda de terra, alguns obtendo, aparentemente, consideráveis lucros com a atividade.

Contudo a comunidade do Batoque mantém muitas características de uma comunidade tradicional. A maioria das famílias nativas vive de atividades relacionadas à pesca artesanal e à agricultura familiar. Há pesca no mar, nas lagoas, e no manguezal. No mar, há pesca de “dormida”, na qual os pescadores passam três ou quatro dias no alto mar, e de “ir e vir”, que envolve viagens de um dia, mais perto da costa. São utilizados três tipos de barcos, sendo, do maior para o menor: a jangada, propulsionada a vela, que leva até cinco pessoas e tem um espaço para guardar materiais e descansar no interior do barco; o paquete, movido a remo, que comporta duas pessoas e é usado para excursões mais próximas à costa; e o bote, também movido a remo, para uma ou duas pessoas. As principais artes de pesca usadas são a linha e a rede. Para a pesca de lagosta, em declínio devido à sobre pesca, usa-se o manzuá. Os territórios pesqueiros naturais são suplementados pelas marambaias, lugares onde são depositados objetos grandes como carros e geladeiras antigos, para servir de abrigo para populações de peixes. Desta forma criam-se áreas semelhantes às regiões rochosas do alto mar, que são habitadas por várias espécies de peixes interessantes

para a pesca. A técnica ajuda a aumentar as populações de espécies desejáveis em uma forma de aquicultura semi-controlada, e permite a criação de territórios pesqueiros perto da costa, onde são facilmente atingíveis. Embora a ideia seja boa em princípio e tenha potencial para garantir a sustentabilidade da pesca, a prática é proibida por causa dos poluentes presentes nos objetos usados.

Além do mar, o Batoque possui uma área de manguezal e várias lagoas onde se pratica a pesca, sendo uma delas perene e as outras intermitentes, aparecendo e desaparecendo de acordo com as chuvas. A pesca nas lagoas é feita de tarrafa, vadeando na água rasa para catar peixes de água doce. O manguezal, por sua vez, que cobre uma área pequena e depende de intervenção humana para “abrir a barra” anualmente para evitar a salinização e consequente queima da vegetação, providencia camarão (*Macrobrachium* sp) e alguns tipos de peixes, principalmente a tainha (*Mugil* sp). Ao longo da praia apresentam-se vestígios de uma grande área de manguezal, tão antigo que nenhum dos moradores do Batoque chegou a vê-lo vivo. Na terra, por fim, além das plantações de frutas como coco, caju, acerola e graviola, há cultivo, nas vazantes, de banana, mandioca, batata doce e milho, e criação de animais de forma livre de galinhas, incluindo porcos, vacas, jumentos e cavalos. Também há a produção de equipamentos de pesca, o trabalho nas barracas de praia e o pequeno comércio.

O acesso à comunidade se dá por uma estrada de areia de 8km a partir da sede do município de Pindoretama ou de 5km a partir de um ponto na estrada de asfalto para Caponga. Ambas as rotas encontram-se em mal estado de conservação, periodicamente agravado pelas ações da chuva e do vento. Um projeto recente de pavimentação da estrada “atolou-se” no processo burocrático, dificultado pela legislação das Reservas Extrativistas.

O relativo isolamento da comunidade, porém, não impediu a chegada do turismo no local. Como mencionado, o perigo de apropriação da terra por grandes empresários foi definitivamente evitado através da criação da Reserva Extrativista. No entanto, o contínuo interesse por parte de particulares e a ideia nova de que a terra tem um valor monetário, transformou a comunidade e a dividiu entre os que se enriquecem com a venda de terras e os que querem preservar o território para seus descendentes. Parte dessa transformação é a percepção de que as atividades tradicionais seriam obsoletas, arriscadas ou não rentáveis o suficiente para a realidade de hoje.

A contínua venda de terra, ilegal sob o estatuto das Reservas Extrativistas, e as denúncias disso por parte de pessoas da comunidade, levou o órgão gestor das reservas, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) a encaminhar o caso ao Procurador da República, que respondeu com uma suspensão geral das licenças de construção, seja para nativos ou não, e incluindo reformas e ligação à rede de energia elétrica. A medida tinha que incluir nativos para evitar que veranistas a contornassem agindo em nome de nativos. O resultado foi que, não somente novos veranistas foram impedidos de usufruir da terra que compraram, mas também muitos nativos, inclusive os que não estavam envolvidos na venda de terras, foram atingidos, não podendo construir casas novas para famílias recém-formadas, nem concertar sérios defeitos nas estruturas já existentes. Inversamente, observamos que algumas construções de não nativos continuaram, possivelmente porque os donos tinham recursos para pagar as multas ou recorrer judicialmente.

Embora a instituição da Reserva tenha sido importante para proteger a população contra a especulação imobiliária, a suspensão das licenças de construção alimentou a hostilidade da população ao órgão gestor ICMBio, chegando à situação de algumas pessoas exprimirem a ideia de desfazer a Reserva. É muito improvável que isso se mostraria vantajoso para eles ou para a comunidade em geral, mas o fato dessas opiniões serem expressas ilustra claramente a ambivalência da população da comunidade do Batoque sobre o status como Reserva Extrativista.

#### 4. Considerações finais

Para entender a realidade atual nas comunidades do Cumbe e do Batoque é importante estudar os contextos histórico e social. No século XVIII, antes mesmo das primeiras referências às comunidades, houve o surgimento das cidades de Aquiraz e de Aracati, constituindo juntamente com Fortaleza os centros econômicos mais importantes do Ceará. Aquiraz era ligada ao porto de Iguape, que era usado como local de descanso e de encalhe, assim como providenciava serviços de conserto de embarcações. O porto de Aracati, por sua parte, era um local de comércio onde a carne de charque e couro, entre outros produtos, eram negociados contra produtos manufaturados na Europa. A produção da carne de charque em Aracati, usada como um dos principais alimentos para escravos, se beneficiava da abundância de sal produzido nas salinas na vizinhança do porto.

A comunidade do Cumbe, situada à margem do rio Jaguaribe oposta ao porto, um pouco mais abaixo da foz, surgiu como local de sítios e oficinas de charque, instalados por empreendedores de Aracati. Empregando trabalho escravo, produziam, além da carne de charque, entre outros algodão e cana-de-açúcar para a destilação da famosa cachaça do Cumbe. No final do século, a produção da carne de charque entrou em declínio em resposta a dois períodos de seca em combinação com mudanças no comércio internacional causadas pela industrialização da Europa. O Batoque, por outro lado, apareceu como uma conglomeração de famílias de pescadores e agricultores livres, atraídas pela disponibilidade de terra desocupada na região de Aquiraz, que começaram a se instalar na atual localidade no curso do século XIX.

Em ambas as comunidades, a influência indígena nas características físicas dos moradores é difícil de ignorar. Isso não é surpreendente visto que as localidades eram efetivamente habitadas por povos indígenas, antes dos mesmos serem dizimados e expulsos pelos colonizadores. Ademais, o Batoque conta com uma comunidade indígena reconhecida nas suas proximidades, e nas dunas do Cumbe foram encontrados relíquias atribuídas aos “índios”. Nos relatos dos atuais moradores, no entanto, a presença indígena fica notadamente separada da própria história. Especialmente no Cumbe, os índios são lembrados como “estranhos” um tanto assustadores nas histórias passadas de pais para os filhos. Esse esquecimento pode ter a ver com a forte repressão da identidade indígena na história do Ceará.

As últimas décadas do século XX marcaram um período de rápidas mudanças nas duas comunidades. O Batoque, pela sua proximidade a Fortaleza, atraiu veranistas à procura de locais para construir residências de férias, assim como empreendedores com intenção de monopolizar grande parte do território para a construção de resorts para atender ao crescente setor de turismo. As ações de Antônio Sales nos anos 1980 e de Miguel Gazzineo nos anos 1990, que incluíram o uso de violência direta assim como táticas mais insidiosas nas suas tentativas de ganhar o controle sobre a terra, aterrorizaram a população ao mesmo tempo em que reforçam divisões internas. Muitos dos originais moradores do Batoque participaram da especulação de terra para benefício próprio.

A instituição da Reserva Extrativista do Batoque, favorecida por um forte subgrupo na comunidade, forneceu proteção definitiva contra as reivindicações dos grandes empresários e tornou ilegal a venda de terrenos. Dez anos após a instituição, no entanto, a venda de terra e o influxo de veranistas continuam, e a oposição contra a reserva e seu órgão administrador é expresso com muito barulho, mesmo entre alguns dos mais fervorosos proponentes originais. Embora ocupações relacionadas à pesca e à agricultura continuam importantes na comunidade, uma parcela significativa dos moradores, especialmente entre os jovens, não quer mais viver das atividades

extrativistas e agrícolas. Alguns procuram empregos nas cidades da região ou em Fortaleza – fato que alimenta uma demanda por empregos dentro da comunidade. Essa demanda é um dos fatores que alinha a população a favor da presença dos veranistas, uma vez que esses tendem a providenciar pequenos empregos, principalmente como caseiro.

No Cumbe, em contraste com o Batoque, a influência externa não é algo novo. A população tem sido empregada desde o tempo dos sítios, com uma curta diminuição entre o declínio dos mesmos e o surgimento da carcinicultura. Os donos dos sítios e engenhos dominavam a maior parte da terra usada para agricultura e moradia, assim como os meios de produção, o que lhes fornecia o controle sobre a força de trabalho e lhes permitia apoderar-se da maior parte dos proventos, mesmo após a abolição da escravidão. Os fornecedores de cana-de-açúcar e os empregados nos engenhos trabalhavam por temporada, ficando entregues à sua sorte no inverno. Possuíam poucos recursos para pedir uma remuneração justa ou para defender-se dos abusos dos donos. O arrendamento da terra sob o sistema de meeiro garantia aos donos um bom rendimento ao mesmo tempo de manter os trabalhadores sob controle. A única alternativa para os moradores da comunidade era o manguezal, área de uso comum que providenciava meios adicionais de subsistência.

Essa situação mudou quando, nas últimas décadas do século XX, os sítios começaram a perder a competitividade e os proprietários começaram a abandoná-los, deixando a comunidade cada vez mais autônoma. Sem a influência dos sítios e engenhos, os moradores do Cumbe se especializaram na agricultura, na cata de caranguejo e na pesca no rio e no mar, com o trabalho em barcos de pesca de lagosta como principal alternativa. Os edifícios dos antigos sítios, deixados sem administração, foram invadidos pelas dunas móveis, marcando visualmente o fim de uma época. Durante um período, a comunidade se viu relativamente livre de influências externas sobre o seu território.

Não demorou muito tempo, no entanto, para aparecer novas interferências no Cumbe, atraídas por novas evoluções econômicas. Nos anos 1980, a CAGECE construiu um sistema de catação de água, que para os moradores significou a perda de acesso livre às fontes de água doce e a transição gradual para um sistema em que a água era paga, em troca da oportunidade de recebê-la encanada dentro das casas. Uma segunda onda de invasões seguiu a partir de 1993, depois que a descoberta do procedimento para criar larvas de camarão em laboratório tornou a carcinicultura uma atividade lucrativa. Carcinicultores se estabeleceram no território da comunidade, comprando terrenos dos proprietários originais, expulsando os posseiros, ou comprando-os dos posseiros a preços baixos, causando impactos sobre a área de moradia e sobre o manguezal, base das principais atividades produtivas da comunidade. Pesquisas demonstrando o potencial eólico do litoral nordestino levaram uma terceira onda de intrusões ao Cumbe a partir de 2003, essa vez concentrando-se sobre o campo de dunas. Embora localizados fora das áreas de uso principal da comunidade, os parques de geração eólica tiveram um grande impacto durante a construção, assim como seu gerenciamento continua controlando o acesso às dunas e à praia, usadas pela comunidade para produção e lazer, seja com menos intensidade do que no período inicial. Nas últimas três décadas, portanto, o Cumbe sofreu profundas influências de projetos de fora, sobre as quais teve pouco controle.

Tentativas de um grupo de moradores, em colaboração com a universidade e movimentos sociais, de colocar o controle sobre o futuro do Cumbe na mão dos moradores, levaram ao reconhecimento da comunidade como “remanescente” de quilombo em 2014. Esse estatuto confere à comunidade direitos de proteção territorial, assim como tratamento preferencial em diversas áreas da política pública. É cedo para avaliar o resultado dessa evolução, porém não é difícil ver as oportunidades que abre, à condição que a comunidade, dividida como está em relação à carni-

cultura e à geração eólica, consiga chegar a uma visão comum sobre o futuro do Cumbe.

Embora a direção geral da economia tenha trabalhado em detrimento da soberania e das atividades tradicionais das comunidades, certas evoluções econômicas influenciaram na vantagem dessas atividades, abrindo oportunidades de geração de renda. No Batoque, a mesma atratividade pelo turismo que trouxe ameaças ao seu acesso à terra, aumentou a demanda pelos produtos pesqueiros e agrícolas, quer diretamente da jangada ou do campo, em mercados ou nas barracas de praia. A grande proporção de veranistas no fluxo turístico, no entanto, limita as oportunidades de venda de refeições prontas nas barracas ou de pernoites em pousadas, uma vez que os mesmos possuem casas próprias com equipamento de cozinha no local.

O aumento do turismo de praia e o conseqüente aumento da demanda por peixes e frutos do mar e do manguezal, também tem dado impulso a algumas das atividades tradicionais do Cumbe, ao mesmo tempo de estimular a entrada da carcinicultura. A catação de caranguejo em primeiro lugar, e, em menor escala, de peixes e moluscos, se tornou muito mais lucrativo, o que não só melhorou as oportunidades de geração de renda, como também levou alguns moradores a se especializar na compra e venda desses produtos, facilitando à comercialização. A mortalidade no manguezal, causada pelos produtos usados na carcinicultura, significou uma grande perda nesse respeito.

Ambas as comunidades, então, sentiram as influências direta e indireta de mudanças econômicas originadas fora das suas fronteiras. Essas mudanças, operando em uma escala superior ao nível comunitário, se revelaram difíceis de controlar pelos moradores das comunidades. Para eles, as conseqüências têm sido em grande parte negativas, impactando sobre suas moradias, suas atividades de subsistência e seus espaços de lazer; embora tenha conseguido aproveitar algumas oportunidades. No Batoque, a intrusão sofrida no seu território foi sem precedente histórica, enquanto para o Cumbe constituiu, em determinados aspectos, um retorno à situação prevalente. Em ambas as comunidades, subgrupos com ajuda de fora conseguiram proteção do território sob um regime de posse coletiva com base em características culturais.

Há mais nesse recurso à proteção legal do que um simples reconhecimento de fatos culturais associados a certos direitos. Em primeiro lugar, esses grupos tem acessado a política em resposta a impactos e ameaças externas, para usá-la como um ferramenta na luta pela autodeterminação. Nesse sentido, o reconhecimento externo é acompanhado por um alinhamento interno a certa visão sobre a comunidade e seu futuro. Em segundo lugar, no entanto, essas ações surgiram dentro de um campo de conflitos internos às comunidades. Os impactos vindos de fora, em combinação com outras mudanças sociais e econômicas ao redor das comunidades, aceleraram o processo de mudança cultural dentro delas. Diversos subgrupos mostram atitudes diferentes em relação às influências externas e discordam nas suas visões sobre a comunidade e o futuro desejado. Cultura e identidade, portanto, são dinâmicas e contestadas nessas comunidades. Nesse contexto, a concessão do estatuto especial não só constitui uma opção política a nível nacional, mas também ao nível comunitário. É resultado de uma decisão que esconde importantes divergências presentes tanto antes quanto depois.

As mudanças culturais em curso nas comunidades, podem ser observadas em alterações no pensamento sobre determinados aspectos da vida. Quanto à nossa discussão, identificamos três importantes focos de tais mudanças conceituais: (1) ideias sobre o uso e a propriedade de terra, (2) preferências em relação ao trabalho e (3) convenções sobre o valor da palavra. Incidentalmente, esses pontos são fortemente interligados com algumas das interferências de fora, e têm posições centrais nos conflitos internos às comunidades.

Identidade, como vimos, não é uma constante, não é uma propriedade natural imutável, e sim é um fenômeno entrelaçado com a realidade cultural na qual é construído. Quando o Batoque

e o Cumbe passaram por drásticas mudanças socioeconômicas, portanto, não é surpreendente que isso provocou dúvidas e desacordos nas comunidades – desacordos que serviram e continuam servindo aos interesses dos que sabem manipulá-los.

Por outro lado, as dúvidas e as ameaças aos modos tradicionais de viver também têm motivado concertação e ações em comum entre membros das comunidades à procura de fazer sentido da realidade em mudança e de encontrar maneiras de conviver com ela. Nessa luta a identidade do grupo, da comunidade como um todo, adquire um valor simbólico maior e mais contestado do que em “tempos de paz”. As respostas às perguntas “Quem somos?” e “Quem são?”, neste contexto, são declarações políticas, tentativas de definir as regras do jogo; isso porque tanta a visão reflexiva quanto a visão sobre as comunidades tradicionais – suas qualidades atribuídas e a interpretação do seu passado – são determinantes das opções perceptíveis na negociação dos seus direitos e seu futuro.

## Referências

COOLEY, C. H. **Human Nature and the Social Order**. New Jersey: Transaction Publishers, 1992.

CUREAU, S.; GISI, M. J.; ARAÚJO, L. M. **Deficiências em estudos de impacto ambiental: Síntese de uma Experiência**. Brasília: Ministério Público Federal/4a Câmara de Coordenação e Revisão; Escola Superior do Ministério Público da União, 2004.

DANTAS, S. M. S. **Memórias e Histórias de Quilombo no Ceará**. Tese (Doutorado em Educação Brasileira)—Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009.

DIAMOND, J. **The World Until Yesterday: What Can We Learn from Traditional Societies?** London: Penguin, 2013.

FEENY, D. et al. The Tragedy of the Commons: Twenty-two years later. **Human Ecology**, v. 18, n. 1, p. 1–19, 1 mar. 1990.

GIRÃO, V. C. **As oficinas de charqueadas no Ceará**. Fortaleza: Secretaria de Cultura e Desporto, 1984.

GIRÃO, V. C. As charqueadas. **Revista Instituto do Ceará**, p. 71–92, 1996.

GÓES, L. M. N. DE B. et al. Uso do metabissulfito de sódio no controle de microorganismos em camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 28, n. 2, p. 153–157, 2008.

HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. **Science**, v. 162, n. 3859, p. 1243–1248, 13 dez. 1968.

IBAMA. **Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará**. Brasília: IBAMA, 2005.

LAGE, A. C.; BARBIERI, J. C. **Avaliação de projetos para o desenvolvimento sustentável: uma análise do Projeto de Energia Eólica do Estado do Ceará com base nas dimensões da sustentabilidade**. Anais do Encontro Anual da Associação Nacional dos Programas de pós-graduação em Administração, XXV EnANPAD. Anais...Campinas: ANPAD, 2001

MALTZAHN, P. C. **Construção e formação da identidade étnica teuto-brasileira:** algumas considerações. IV Congresso Internacional de História, Maringá, PR. Anais...2009Disponível em: <<http://www.pph.uem.br/cih/anais/trabalhos/180.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2015

MOSSAKOWSKI, K. N. Coping with Perceived Discrimination: Does Ethnic Identity Protect Mental Health? **Journal of Health and Social Behavior**, v. 44, n. 3, p. 318–331, 1 set. 2003.

NOGUEIRA, F. N. A. **O Processo de trabalho na carcicultura e a saúde-doença dos trabalhadores do município de Aracati-Ceará.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)—Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2006.

QUEIROZ, L. DE S. Na vida do Cumbe há tanto mangue: as influências dos impactos socioambientais da carcicultura no modo de vida de uma comunidade costeira. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 6, n. 11, p. 135, 2007.

ROLIM, L. C. O trabalho nas oficinas de carnes secas da Vila de Santa Cruz do Aracati: trabalhadores livres e escravos (1710-1799). **Mneme-Revista de Humanidades**, v. 10, n. 25, 2010.

TEIXEIRA, A. C. DE A. **O trabalho no mangue nas tramas do (des)envolvimento e da des(ilusão) com “esse furacão chamado carcicultura”:** conflito socioambiental no Cumbe-Aracati-CE. Tese (Doutorado em Educação Brasileira)—Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008.

TUPINAMBÁ, S. V. O rio que corria rei: o rio Jaguaribe e a criação de camarão no Ceará. **Propostas Alternativas-Memórias do Patrimônio Natural do Ceará**, n. 20, p. 16–23, 2002.

XAVIER, P. P. **Valorização e preservação do patrimônio arqueológico na comunidade do Cumbe – Aracati-CE.** dissertação—Rio de Janeiro: PEP/Iphan, 2013.