

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – UERN
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – FANAT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS – PPGCN
MESTRADO EM CIÊNCIAS NATURAIS – MCN

MAYKON TARGINO DA SILVA

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE GEODIVERSIDADE E DO POTENCIAL DE
PREJUÍZOS ECONÔMICOS FACE À EROÇÃO COSTEIRA PARA FINS DE
PLANEJAMENTO TERRITORIAL EM AREIA BRANCA (RN)

MOSSORÓ (RN),

2016

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – UERN
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – FANAT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS – PPGCN
MESTRADO EM CIÊNCIAS NATURAIS – MCN

MAYKON TARGINO DA SILVA

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE GEODIVERSIDADE E DO POTENCIAL DE
PREJUÍZOS ECONÔMICOS FACE À EROÇÃO COSTEIRA PARA FINS DE
PLANEJAMENTO TERRITORIAL EM AREIA BRANCA (RN)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais (PPGCN), da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Marcelo Grigio

Co-Orientador: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho

MOSSORÓ (RN),

2016

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

Silva, Maykon Targino da

Análise dos índices de geodiversidade e do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira para fins de planejamento territorial em Areia Branca (RN). / Maykon Targino da Silva.- Mossoró – RN, 2016.

53 p.

Orientador(a): Prof. Dr. Alfredo Marcelo Grigio

Tese (Mestrado em Ciências Naturais). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais.

1. Geodiversidade. 2. Erosão Costeira. 3. Geoprocessamento.
I. Grigio, Alfredo Marcelo. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

UERN/BC

CDD 333.95

MAYKON TARGINO DA SILVA

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE GEODIVERSIDADE E DO POTENCIAL DE
PREJUÍZOS ECONÔMICOS FACE À EROÇÃO COSTEIRA PARA FINS DE
PLANEJAMENTO TERRITORIAL EM AREIA BRANCA (RN)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais (PPGCN), da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Marcelo Grigio

Co-Orientador: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho

Aprovado em: 05 / 09 / 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alfredo Marcelo Grigio (UERN)
Orientador

Prof. Dra. Marcia Regina Farias da Silva (UERN)
Examinadora Interna

Prof. Dra. Alexsandra Bezerra da Rocha (UFCEG)
Examinadora Externa

Aos meus pais, Francisco e Neuma, e a minha tia, Nilda e Antônio Neto dos Santos (*In Memoriam*) por contribuírem de forma decisiva para a minha formação.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus. Agradeço pela força, coragem e paciência que o Senhor tem me dado para enfrentar as vicissitudes da vida.

A minha mãe, Neuma, e ao meu pai, Francisco, pelo carinho, atenção, dedicação, formação moral, e por sempre me apoiarem.

A minha tia, Nilda, pelo acolhimento e apoio irrestrito durante esse período de cinco anos, bem como aos meus primos, Cláudia, Rejane, Paulo e Ranny Edson. E, também, Antônio Neto (*In Memoriam*), pelo grande homem que foi e que muito contribuiu para está onde estou hoje.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alfredo Marcelo Grigio, pela confiança que me foi depositada, pelas críticas, ensinamentos e sugestões.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho, pelas dúvidas que me foram equacionadas, sugestões e ensinamentos.

Ao Prof. Ms. Wendson Dantas de Araújo Medeiros, pelas discussões sobre estudos em Areia Branca, bem como questões conceituais.

Aos secretários do DGA, Diego Ezaú e Thales Alberto, por sempre ajudarem quando necessário, bem como pela amizade e os momentos de descontração.

A Luiz Tavernard pelo apoio nos trabalhos de campos.

A toda a turma do mestrado e, em especial, a Shaline, Lázaro, Helton e Camila Sayuri pelos momentos de descontração.

Ao Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais – NESAT, pela disponibilidade dos softwares e suporte técnico indispensável para a realização dessa pesquisa.

Aos companheiros de laboratório Regina, Sóstenes, Braz Neto, Hiályson (“*rico*”), Lays, Amanda, Júlia, Louise, Wesley, Debóra Nogueira, Layana e Jéssica Nunes pelos momentos de descontração.

A todos aqueles que foram meus professores, e a todos que contribuíram direta ou indiretamente com esta pesquisa.

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação.”

Simone de Beauvoir

RESUMO

A zona costeira é caracterizada, no Brasil, pela riqueza ambiental e a complexidade de uso e ocupação. Um município costeiro que possui uma diversidade de uso e ocupação é Areia Branca/RN. Nesse contexto de riqueza e diversidade ambiental dessa região é imprescindível o planejamento territorial. A compreensão da geodiversidade e dos potenciais de prejuízos econômicos face à erosão costeira são importantes para o planejamento territorial. Assim, o objetivo geral do presente estudo é analisar os índices de geodiversidade e o potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira do Município de Areia Branca, para fins de planejamento territorial, ambiental e subsídio à revisão do Plano Diretor. A geodiversidade foi obtida mediante a técnica de álgebras de mapas cruzando-se os mapas de geologia, geomorfologia, vegetação e solos, onde o resultado desse processo foi tabelado para a determinação da geodiversidade múltipla e múltipla ponderada. Já o potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira é o resultado do produto dos valores atribuídos à susceptibilidade de erosão e de densidades de urbanização em que o potencial é classificado em baixo, médio ou alto. Os resultados da geodiversidade permitem observar que a Planície flúvio-marinha ficou na primeira e segunda posição nos rankings de geodiversidade múltipla e múltipla ponderada, respectivamente. Na geodiversidade múltipla ponderada a classe Praias ficou na primeira posição. O município de Areia Branca não possui uma grande variabilidade de classes do ambiente físico, mas, mesmo assim deve ser planejado o seu uso e ocupação. Já com relação ao estudo da linha de costa, 79,2% dessa linha possui susceptibilidade muita alta à erosão costeira e 30% tem alta densidade de urbanização. A classe do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira predominante desse município é o médio (65,4%). Com relação ao estudo da geodiversidade é possível concluir que a diversidade de ambientes, suas potencialidades e fragilidades são informações importantes para auxiliar na compreensão da região, no intuito de contribuir com o planejamento territorial. Já, do segundo estudo conclui-se que as metodologias que avaliam a erosão costeira e o seu potencial de prejuízos econômicos devem ser continuamente concebidas e aperfeiçoadas, para melhor compreender o processo erosivo e suas implicações econômicas. A utilização dos dois estudos, em conjunto, auxilia, com informações sobre o ambiente, de forma significativa para o planejamento territorial.

Palavras-chave: Geodiversidade; Erosão Costeira; Geoprocessamento.

ABSTRACT

The coastal zone is characterized, in Brazil, by environmental richness and the complexity of the use and occupation. A coastal municipality that has a diversity of the use and occupation is Areia Branca/RN. In this context of richness and environmental diversity of this region is essential territorial planning. The understanding of geodiversity and potential economic damage due to the coastal erosion are important for territorial planning. Thus, the general objective of this study is to analyze the index of geodiversity and potential economic damage due to the coastal erosion of the municipality of Areia Branca for purposes territorial planning, environmental and subsidy the review of the Master Plan. The geodiversity was obtained by algebras techniques maps intersecting the maps of geology, geomorphology, vegetation and soils, where outcome of this process was tabulated to determine the multiple and weighted multiple geodiversity. Already, potential economic damage due to the coastal erosion is the result of the product of the values attributed to the susceptibility to erosion and densities of urbanization where the potential is classified as low, medium or high. The results of geodiversity allow observing that fluvio-marine plain stayed in first and second position at rankings in terms of multiple and multiple weighted geodiversity, respectively. At multiple weighted geodiversity the class Beach stayed in first position. The municipality of Areia Branca does not have great variability of the physical classes of the environmental, but still must be planned their use and occupation. In relation to the study of the shoreline, 79,2% of this line has very high sensibility to coastal erosion and 30% have density urbanization. The potential class of economic damage due to the prevailing coastal erosion that municipality is the medium (65,4%). Regarding the study of geodiversity is possible conclude that the diversity of environments, their potentials and weaknesses are important information to assist in understanding the region in order to contribute to territorial planning. Already, the second study concluded that the methodologies that assess coastal erosion and its potential for economic damage must be continuously designed and improved to better understand the erosion process and its economic implications. The use of the two studies together, helps with information about the environment, significantly for territorial planning.

Keywords: Geodiversity; Erosion Coastal; Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1: Localização da região em estudo.	20
Figura 2: Mapa de geologia simplificada de Areia Branca (RN).....	21
Figura 3: Mapa de geomorfologia de Areia Branca (RN).....	21
Figura 4: Composição colorida, RGB-6-5-4, do Landsat 8.	22
Figura 5: Mapa de geodiversidade múltipla de Areia Branca (RN).....	24
Figura 6: Cultura de subsistência (feijão) em área de praia, comunidade de Morro Pintado, Areia Branca (RN), 2016.....	25
Figura 7: Mapa de geodiversidade múltipla ponderada de Areia Branca (RN).....	26
Figura 8: Mapa do macrozoneamento do plano diretor de Areia Branca (RN), 2006.....	27
Figura 9: Residência em área de influência de dunas móveis na costa de Ponta do Mel, Areia Branca (RN), 2015.....	27

Capítulo II

Fig. 1 Localização da área de estudo.....	32
Fig. 2 Polígono base que delimita a área de interesse para o corte dos layers.....	33
Fig. 3 Composição colorida RGB-4-2-NDWI do Landsat 5.....	34
Fig. 4 Resultado do cruzamento da linha de costa de 1984 e 2016 onde é possível ver os locais em erosão ou acreção.....	35
Fig. 5 Propriedade ameaçada pela ação do processo erosivo, Comunidade de Paraíso, trecho de Barra de Upanema, Areia Branca (2015).....	35
Fig. 6 Diferentes níveis de sensibilidade à erosão (A), densidade de urbanização (B) e de potencial de prejuízos econômicos (C) da linha de costa de Areia Branca.....	36
Fig. 7 Percentuais da sensibilidade de erosão, do nível de urbanização e do potencial de prejuízos econômicos ao longo da linha de costa.....	37

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1: Índices de geodiversidade de Areia Branca (RN)	23
Tabela 2: Resultados do cálculo da matriz de correlação não paramétrica do coeficiente de Spearman	25

Capítulo II

Tabela 1: Tabela produzida pela união entre os anos de 1984 e 2016	33
Tabela 2: Comparação dos resultados das duas vetorizações para a análise da linha de costa e a razão delas, em hectares	36
Tabela 3: Estimativa do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira para Areia Branca (RN).....	37

Sumário

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABELAS	II
INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO I - GEODIVERSIDADE COMO SUBSÍDIO A REVISÃO DE PLANOS DIRETORES	17
CAPÍTULO II - PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO METODOLÓGICO PARA DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE PREJUÍZOS ECONÔMICOS FACE À EROÇÃO COSTEIRA	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	43
ANEXO I	45
ANEXO II	50

INTRODUÇÃO

A zona costeira é o resultado da interação do continente, do mar e da atmosfera que possui grandes implicações nas esferas física e biológica (BRANDÃO, 2008). Essa interação proporciona a concepção de ecossistemas ricos em diversidade biológica. Contudo, a vulnerabilidade dessa área é grande, haja vista, a ocupação e os impactos advindos das mais diversas ações antrópicas (XAVIER, 1994).

A zona costeira brasileira possui uma grande extensão territorial e complexidade (FREITAS, 2008) e, é considerada patrimônio nacional pela Constituição Federal (BRASIL, 1988). A ocupação pelo homem dessa região, às vezes, impacta negativamente o ambiente, por exemplo, a construção de obras costeiras que interferem no balanço sedimentar podendo, assim, provocar a erosão da linha de costa (MUEHE, 2005). Como observado acima, a zona costeira é conhecida por ser uma região com ecossistemas ricos em biodiversidade onde há, também, a presença de uso e ocupação complexo que pode impactar negativamente esses ecossistemas.

Neste contexto, a pesquisa trabalha com o município costeiro de Areia Branca/RN. Neste município é possível observar os mais diversos tipos de usos e ocupação, a saber: agropecuária, atividade pesqueira, exploração petrolífera, geração de energia eólica, produção de sal e turismo. Neste contexto é impreterível o planejamento do uso e ocupação do solo. Este planejamento é importante, pois o município, com base nas suas potencialidades e fragilidades pode ordenar o uso e ocupação de modo que o impacto ao meio ambiente seja o menor possível, maximizando a utilização das potencialidades locais.

A ordenação do espaço remonta desde a Antiguidade onde formas de planejamento já eram percebidas. As aldeias da Mesopotâmia são um exemplo do início da concepção de planejamento do espaço à época realizada por religiosos. A preocupação com os impactos ocasionados pelo homem em centros urbanos pode ser observada entre os gregos antigos. Essa preocupação com o planejamento dos centros urbanos persiste no tempo até a Revolução Industrial. Já no continente europeu, no fim do século XIX, os que se preocupavam com a construção das cidades em harmonia com elementos da natureza eram poucos (SANTOS, 2004).

O ideário subjacente ao planejamento foi influenciado, no decorrer da história, pelas ciências e os paradigmas que governavam as sociedades. Assim, sob a égide de uma ciência que fragmentava o objeto de estudo, as cidades foram planejadas por partes sem a

integração destas. Ainda, o modelo de desenvolvimento era voltado para o consumo nos países dominantes (SANTOS, 2004).

O panorama anterior começa a mudar quando a avaliação de impactos ambientais passou a ser considerada no planejamento (ABSY; ASSUNÇÃO; FARIA, 1995). A partir da década de 1960 surgem modelos alternativos de desenvolvimento em função, principalmente, das externalidades socioambientais observado do modelo de desenvolvimento vigente à época (DIEGUES, 1996). Os modelos alternativos levavam em consideração fatores como qualidade de vida, conforto, higiene e educação, assumindo uma postura diferente do modelo dominante que tem como preocupação principal o crescimento econômico (SANTOS, 2004).

As premissas de planejamento, baseadas em definições econômicas e de caráter setorial, não mais eram usadas como referências inquestionáveis. Começaram a exigir planejamentos de caráter dinâmico, abrangentes e que levem em consideração as avaliações de impactos ambientais. Isso foi influenciado pela compreensão de que a conservação e a preservação do meio ambiente são importantes para a qualidade de vida. Inicia então, a tendência de conceber planejamentos regionais integrados que levam em consideração o meio natural e social (SANTOS, 2004).

Mas, o que vem a ser planejamento? Ele pode ser compreendido como “[...] um processo rigoroso de dar racionalidade à ação” (ALMEIDA et al. 1999, p. 13), outra compreensão é: “onde se pretende chegar, o que deve ser feito, quando, como e em que sequência” (CHIAVENATO, 2003).

Já o planejamento ambiental emerge do cenário de insatisfação com as externalidades do modelo de desenvolvimento vigente e das conferências do meio ambiente ao longo do século XX. Este planejamento possui como ideário o desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2004). O planejamento ambiental é:

un proceso que parte de la noción de comprometer a la sociedad con la comprensión de que sus posibilidades de trascender exigen tener como centro la armonía con el patrimonio natural y el respeto al entorno vital, por cuanto se encuentra indisolublemente articulada a las condiciones y cualidades del medio geobiofísico y a las estructuras ecológicas existentes, máxime cuando la base de sustentación ecológica y los recursos naturales configuran parte sustantiva de la oferta territorial donde se sustentan todas las sociedades humanas (MÉNDEZ VERGARA, 2000, p. 285).

Um importante instrumento do planejamento ambiental é o Plano Diretor (SANTOS, 2004). O Plano Diretor é um instrumento de planejamento ao nível territorial municipal, ele aparece inicialmente, no ordenamento jurídico pátrio brasileiro, na

Constituição Federal de 1988, no Capítulo II, parágrafo primeiro do artigo 182 que trata da política urbana (BRASIL, 1988). Posteriormente, os artigos 182 e 183 foram regulamentados pela Lei nº10.257 de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001).

O Estatuto da Cidade contém uma série de diretrizes e instrumentos, no intuito de ordenar a cidade. Como um dos instrumentos do Estatuto da Cidade, o Plano Diretor tem como objetivo principal o cumprimento da função social da propriedade urbana, de modo que, o atendimento das necessidades dos cidadãos relacionadas à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas sejam asseguradas (BRASIL, 2001). Assim, o Plano Diretor coaduna com o planejamento ambiental e é um instrumento que introduz o desenvolvimento sustentável nas cidades brasileiras (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Os planos diretores municipais podem lançar mão de inúmeros instrumentos para alcançar o desenvolvimento sustentável, a saber: plano plurianual; gestão orçamentária participativa; planos de desenvolvimento econômico e social; desapropriação; servidão administrativa; instituição de zonas especiais de interesse social; direito de preempção; regularização fundiária, dentre outros (BRASIL, 2001). Assim, esses planos são considerados uma interface de ligação com os demais instrumentos de planejamento municipal em que estes deverão pautar-se nos princípios, diretrizes e normas (LACERDA et al., 2005).

Para que os planos diretores sejam bem-sucedidos é imprescindível o conhecimento das potencialidades e fragilidades da cidade (FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA, 2005). O plano diretor tem, portanto, um caráter estratégico pelo fato de suas propostas serem pautadas nos problemas e potencialidades observadas (LACERDA et al., 2005). Outro elemento importante para o sucesso dos planos diretores é a sua elaboração de forma participativa (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004) em que deve ocorrer a participação popular efetiva em todas as fases desses planos (ANTONELLO, 2013). A participação cidadã é, portanto, a superação do carácter tecnicista dos planos diretores tradicionais “uma vez que o modelo de planejamento e de gestão público do tradicional plano diretor redundava na insatisfação cidadã em fase do papel desempenhado pelo poder político local” (ANTONELLO, 2013, p. 244).

Para planejamentos participativos as informações sobre a região a ser planejada são relevantes. Assim, informações sobre o comportamento da linha de costa em municípios costeiros contribuem para o ordenamento do uso e ocupação próximo dessa linha. A partir dessa compreensão, é possível definir faixas de proteção costeira que visem inibir a ocupação de áreas mais susceptíveis a erosão da linha de costa (MUEHE, 2005). Ultrapassando a compreensão da erosão costeira é factível, ainda, determinar os potenciais de prejuízos

econômicos face à ação desse processo (SANTOS et al., 2007; SILVA et al., 2007; NASCIMENTO et al., 2013).

Outro ponto importante para o planejamento territorial é a compreensão da geodiversidade e do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira. A geodiversidade é aqui entendida como a variedade de características ambientais de uma determinada área (XAVIER-DA-SILVA et al., 2001). Dessa forma, o conhecimento da geodiversidade e do comportamento da erosão costeira são de grande relevância, isto porque, com a geodiversidade, é possível conhecer a diversidade de ambientes, suas potencialidades e fragilidades e áreas prioritárias para a conservação/preservação; ao comportamento da erosão, é exequível determinar o uso e ocupação próxima da linha de costa, concebendo ou não faixas de proteção.

O levantamento dessas informações é importante, ainda mais, quando observado que o município de Areia Branca/RN deve revisar o seu plano diretor neste ano de 2016, conforme determina a legislação vigente (BRASIL, 2001). Em acréscimo a isso, no processo de revisão de um plano diretor, o diagnóstico ambiental da situação atual é relevante, o que vai de encontro com o estudo da geodiversidade e do comportamento da linha de costa.

Diante do exposto o objetivo geral do presente estudo é analisar os índices de geodiversidade e o potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira do Município de Areia Branca (RN) para fins de planejamento territorial, ambiental e subsídio à revisão do Plano Diretor. Como objetivos específicos têm-se identificação dos índices de geodiversidade múltipla e múltipla ponderada, identificação da densidade de urbanização e determinação do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira.

A presente dissertação está estruturada por uma introdução, e dois capítulos em forma de artigos. O primeiro capítulo traz os resultados do estudo da geodiversidade; já o segundo, contém um estudo do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira. Na sequência apresentam-se as considerações finais, as referências e anexos.

Espera-se que este estudo possa auxiliar nos planos diretores, e sua posterior revisão, em que a determinação da geodiversidade e a compreensão da erosão costeira e seus impactos econômicos associados são relevantes. Assim, o presente estudo buscou relacionar como os indicadores de geodiversidade podem contribuir com a revisão de planos diretores utilizando como exemplo o município de Areia Branca (RN). Outro estudo que contribui na revisão de planos diretores é a determinação do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira.

CAPÍTULO I - GEODIVERSIDADE COMO SUBSÍDIO A REVISÃO DE PLANOS DIRETORES

O artigo com o título *Geodiversidade como subsídio a revisão de Planos Diretores*, foi submetido para análise e publicação ao periódico intitulado Revista Brasileira de Geografia Física, versão on-line, ISSN 1984-2295, classificação 2014 CAPES QUALIS B2, na área de avaliação Ciências Ambientais, no dia 28 de maio de 2016; o texto apresentado segue a mesma estrutura exigida pela referida revista conforme anexo I.

O objetivo desse estudo é demonstrar como os índices de geodiversidade múltipla e múltipla ponderada podem subsidiar a revisão de um plano diretor, utilizando, como exemplo, o município de Areia Branca/RN.

A Geodiversidade como subsídio a revisão de Planos Diretores

Maykon Targino da Silva¹, Alfredo Marcelo Grigio², Antonio Conceição Paranhos Filho³, Luiz Tavernard de Souza Neto⁴

¹Mestrando em Ciências Naturais pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. E-mail: maykontargino@hotmail.com (autor correspondente). ²Prof. do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. E-mail: alfredogrigio1970@gmail.com. ³Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. E-mail: antonio.paranhos@pq.cnpq.br. ⁴Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. E-mail: luiztavernard@gmail.com

RESUMO

Situado na zona costeira, Areia Branca (RN) possui inúmeras atividades e usos antrópicos, variando da pesca tradicional até a moderna exploração de petróleo, sal e energia eólica. Portanto, merece uma atenção especial referente ao seu planejamento e ordenamento territorial em virtude da dinâmica ambiental, sensibilidade e complexidade do uso e ocupação. O Município de Areia Branca já possui um plano diretor, contudo, após dez anos da concepção desse plano ele deve ser revisto. Fase imprescindível dessa revisão é a realização de um diagnóstico da situação atual e a utilização de índices ambientais nessa fase é importante. Portanto, o objetivo deste estudo é analisar como os índices de geodiversidade múltipla e múltipla ponderada podem subsidiar a revisão de um plano diretor, utilizando, como exemplo, o município de Areia Branca/RN. Para alcançar esse objetivo foi utilizada a álgebra de mapas com os temas de geomorfologia, geologia, solos e vegetação. No produto resultante a Planície flúvio-marinha ficou na primeira e segunda posição nos *rankings* de geodiversidade múltipla e múltipla ponderada, respectivamente. Na geodiversidade múltipla ponderada a classe Praias ficou na primeira posição. No geral, Areia Branca não possui uma grande variabilidade de classes do ambiente físico, mas isso não significa que deva ser utilizada de forma desordenada. Portanto, explicitar a diversidade de ambientes, suas potencialidades e fragilidades são informações importantes para auxiliar na compreensão da região.

Palavras-chave: índice de geodiversidade; planejamento; análise ambiental; geoprocessamento.

The Geodiversity as subsidy the review of Masters Plans

ABSTRACT

Situated in the coastal area, Areia Branca (RN) has numerous activities and human uses, varying from traditional fishing to the exploration modern of oil, salt and wind power. Therefore, deserve special attention regarding its territorial planning and organization in virtue of environmental dynamics, sensitivity and complexity of the use and occupation. The municipality of Areia Branca already has a master plan, however, after ten year of conception this plan should be reviewed. Essential phase of this review is to carry out a diagnosis of the current situation and the use of environmental indices at this stage is important. Therefore, the objective of this paper is to analyze how the indices of multiple and multiple weighted geodiversity can subsidy the revision of the one master plan, using, how example, the municipality of Areia Branca (RN). To achieve that goal was used to map algebra with the themes of geomorphology, geology, soils and vegetation. In the resulting product the fluvio-marine plain stayed in first and second position at rankings in terms of multiple and multiple weighted geodiversity, respectively. In the multiple weighted geodiversity the class beaches stayed in first place. Overall, Areia Branca does not have a great variability of the physical environmental, but that does not mean it

should be used in disorderly form. Therefore, explicit the diversity of environments, their potentialities and weaknesses are important information to assist at understand of the region.

Keywords: index of geodiversity; planning; environmental analysis; geoprocessing.

Introdução

A zona costeira é o resultado da ação de agentes erosivos, dos materiais que constituem esse ambiente, da configuração física (maré, latitude, clima, batimetria, dentre outros) e dos fatores históricos (geotectônicos, isostático, eustático e geoidal) (Fairbridge, 2004). A consequência da interação dessas variáveis é a diversidade de ambientes nessa região (Finkl, 2004). Assim, a zona costeira é caracterizada, no geral, pela sua dinâmica, complexidade e sensibilidade observada nos aspectos físicos e sociais (Moura de Abreu e Abreu Neto, 2014).

Quando observada essas características, das zonas costeiras, é de extrema relevância o planejamento do uso e ocupação dessa região (Dias e Oliveira, 2013; Lima e Amaral, 2013). Nesse contexto, encontra-se o município de Areia Branca (RN). Este é caracterizado pela produção de sal marinho (Costa et al., 2013), exploração de petróleo, produção de energia eólica e pela atividade do turismo (Medeiros et al., 2012).

O município de Areia Branca vivencia, atualmente, a expansão dos parques de usinas eólicas. Além do exposto, também existe o uso agropecuário das terras e a presença de comunidades tradicionais de pescadores. Portanto, diante da variedade de atividades e do uso e ocupação desse município sobre um ambiente dinâmico e extremamente sensível faz-se impreterível o ordenamento e o planejamento territorial do referido município, uma vez que, o mesmo serve como uma ferramenta que irá orientar as políticas públicas mais adequadas ao território e a realidade local.

No que concerne o planejamento territorial, Areia Branca possui um plano diretor datado de 2006, mas o Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) assevera que após dez anos de formulação desse plano, o mesmo deva ser revisto. Uma das etapas importante no processo de rever o plano diretor, anteriormente concebido, é o diagnóstico da situação atual. Assim, a utilização de indicadores ambientais e, por conseguinte,

índices, é relevante no processo de diagnóstico e planejamento (Fidalgo e Santos, 2003).

Um índice que pode ser utilizado para subsidiar, com informações, a revisão do Plano Diretor de Areia Branca é a Geodiversidade.

O início do uso do termo geodiversidade deu-se nos anos de 1990 por geocientistas (Gray, 2004). Esse termo não tem uma conceituação geral aceita, contudo, existem diversas definições entre alguns pesquisadores (Nieto, 2001). Uma delas compreende a geodiversidade como a distribuição no espaço de complexos territoriais distintos por seus atributos espaciais e descritivos em diferentes escalas geográficas (López, 2005). Todavia, geodiversidade será entendida aqui como a variabilidade de características ambientais presentes em uma determinada área (Xavier-da-Silva et al., 2001).

Além de algumas definições de geodiversidade também existem alguns métodos para determinar sua riqueza e abundância (Manosso e Ondicol, 2012). Um deles é proposto por Serrano e Ruiz-Flaño (2007) em que, no cálculo, eles consideram a variedade de elementos físicos (geomorfológicos, hidrológicos, solos) com a rugosidade do relevo e a superfície de unidades geomorfológicas. Entretanto, o método para determinar a geodiversidade aqui utilizado será o proposto por Xavier-da-Silva et al. (2001).

Portanto, o objetivo deste estudo é demonstrar como os índices de geodiversidade múltipla e múltipla ponderada podem subsidiar a revisão de um plano diretor, utilizando, como exemplo, o município de Areia Branca/RN.

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

O Município de Areia Branca está localizado no litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, situado na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião de Mossoró (Figura 1). Em coordenadas a área de estudo está localizada entre os paralelos 9457804 e 9432668 de latitude Sul e os meridianos 739020 e 702375 de longitude Oeste. A distância de Areia Branca para a capital do

Estado do Rio Grande do Norte, Natal, é de aproximadamente 330 km. A área de estudo está inserida no contexto geológico da Bacia Potiguar (Rogério, 2004). Esta bacia é constituída por três unidades litoestratigráficas: Grupo Areia Branca, Grupo Apodi e Grupo Agulha. O Grupo Areia Branca reuni as formações Pendência, Pescada e Alagamar, o clástico é o conteúdo predominante nesse

grupo; o Grupo Apodi é composto pelas formações Açu, Jandaíra, Ponta do Mel e Quebrada, nesse grupo há um aumento considerável da presença de rochas carbonáticas; Já o Grupo Agulha é constituído pelas formações Ubarana, Guamaré e Tibau e são formados por “clásticos e carbonatos de alta e baixa energia” (Araripe e Feijó, 1994).

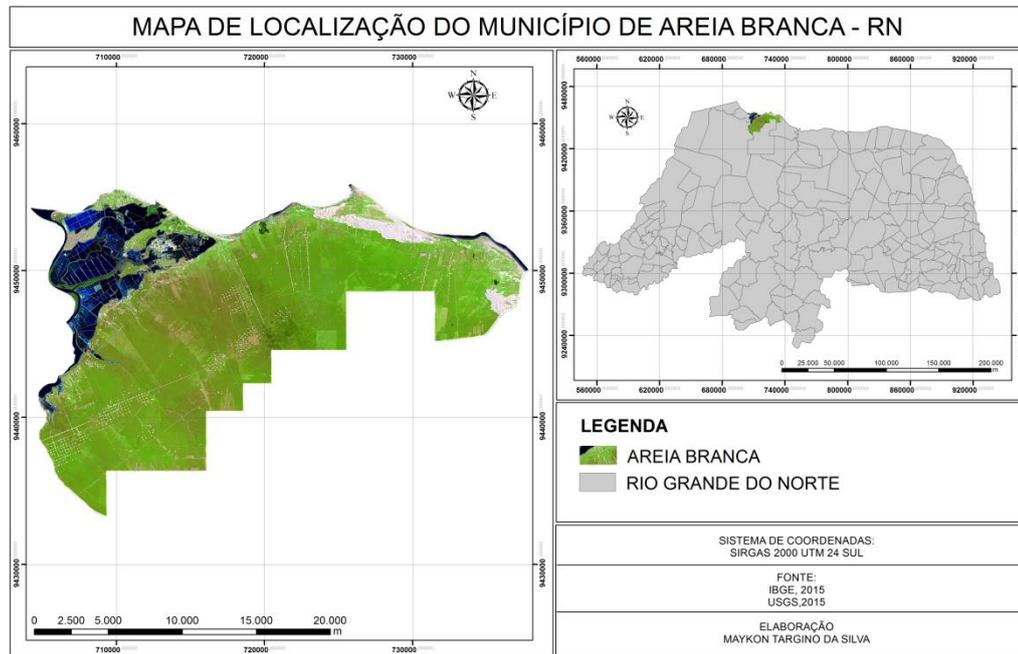


Figura1: Localização da região em estudo.

As unidades geológicas presentes em Areia Branca são: Formação Jandaíra; Formação Barreiras; Colúvios e Cascalheiras; Depósitos Eólicos de Dunas Móveis; Depósitos de Planícies de Maré; Depósitos Aluvionares; Sedimentos de Praia Holocênicos e beach rocks (Figura 2) (ROGÉRIO, 2004).

Já as unidades geomorfológicas encontradas são as seguintes: Tabuleiro Costeiro; Planície de Inundação Flúvio-Estuarina; Planície de Maré; Campo de Dunas Móveis e Dunas Fixas; Zonas de Intermaré; e Barras longitudinais emersas na baixa-mar (Figura 3) (ROGÉRIO, 2004).

Com relação às classes de solos são observadas as seguintes: Latossolos Amarelos e os Neossolos Quartzarênicos (IDEMA, 2009). Em adição a caracterização física e ambiental da área têm-se as classes de cobertura vegetal: as áreas de fruticultura, onde predomina a cultura do caju, que, segundo os agricultores, se encontra atualmente em decréscimo por causa de pragas, como a mosca

branca (*Aleurodicus cocois*), e da seca que assola a região; a Caatinga arbustiva fechada; o mangue; a vegetação rasteira e a vegetação que recobre as dunas.

Procedimentos metodológicos

Para a determinação dos índices de geodiversidade foi conformado um banco de dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) contendo dados de geologia, geomorfologia, solos e vegetação. Esses planos de informação foram adquiridos do Instituto de Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio Grande do Norte (2009), exceto vegetação. Confeccionou-se o mapa de vegetação com base na imagem do satélite Landsat 8 de 06 de maio de 2015, adquirida do sítio eletrônico do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS.

O mapeamento da cobertura vegetal de Areia Branca foi feita da seguinte forma: adquirida a imagem do satélite Landsat 8-OLI 215-64, realizou-se a fusão da banda

pancromática (15 m) com as multiespectrais (30 m) mediante o método IHS, no intuito, de melhorar a resolução espacial (França et al.,

2007). A imagem, por fim, utilizada, possui a seguinte composição RGB-6-5-4 (Figura 4).

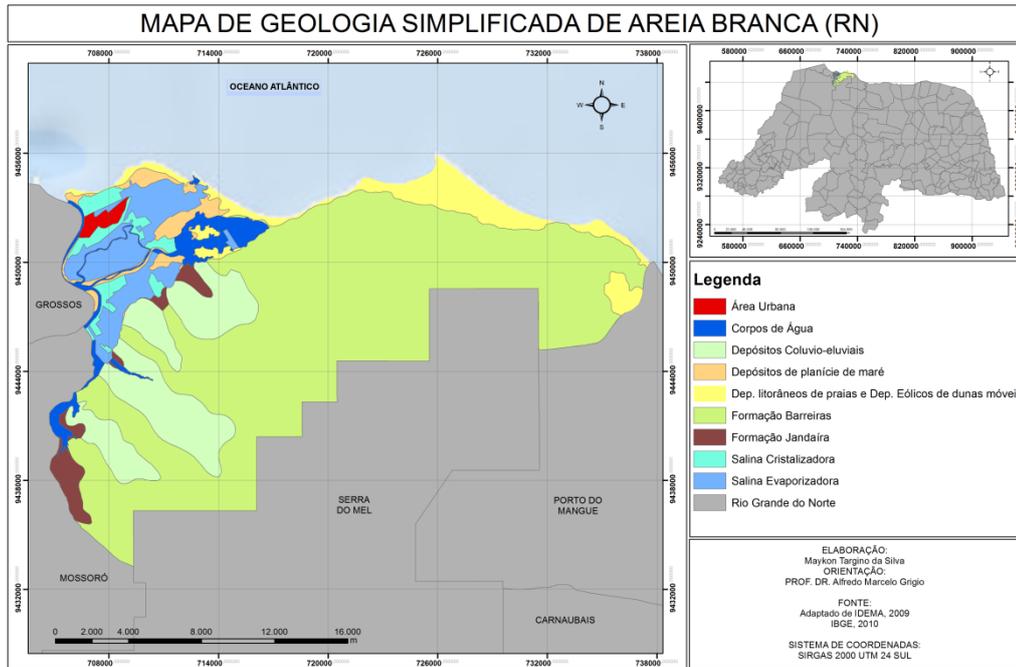


Figura 2: Mapa de geologia simplificada de Areia Branca (RN).
 Fonte: Adaptado de IDEMA, 2009; IBGE, 2010.

Na sequência fez-se a classificação das classes de cobertura vegetal com base em uma adaptação das nomenclaturas sugeridas pelo Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) e do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). Após a identificação e vetorização das classes de cobertura vegetal,

realizou-se o trabalho de campo em outubro de 2015 para ser observada a verdade terrestre, que auxiliou na fase seguinte, representada pela reinterpretação das classes mapeadas. Os processos de fusionamento, composição colorida e vetorização foram realizados no software ArcGis 10.1 (ESRI, 2011).

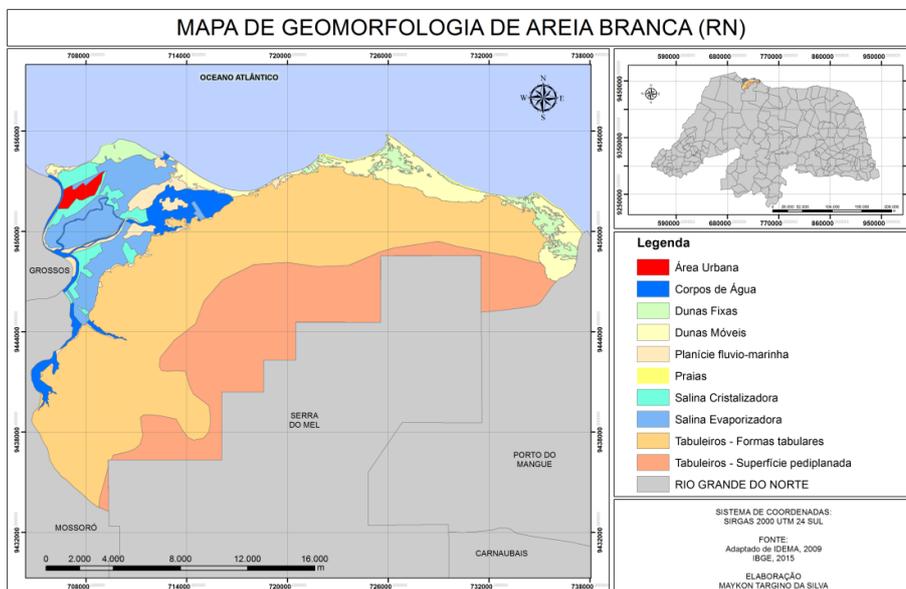


Figura 3: Mapa de geomorfologia de Areia Branca (RN).
 Fonte: Adaptado de IDEMA, 2009; IBGE, 2010.

A técnica utilizada para a determinação dos índices de geodiversidade, do presente estudo, teve como base a metodologia proposta por Xavier da Silva et al (2001), onde a geodiversidade é considerada

como a variabilidade de ambientes de uma área. Esta abordagem supõe que a biodiversidade de uma área está relacionada à sua geodiversidade (Xavier-da-Silva e Carvalho-Filho, 2004).

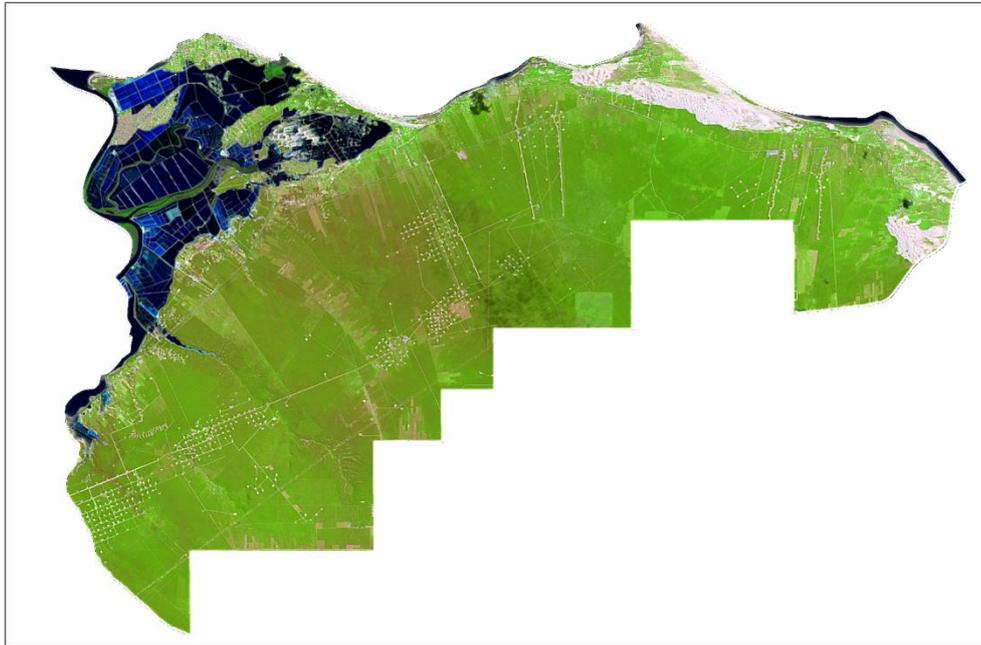


Figura 4: Composição colorida, RGB-6-5-4, do Landsat 8.

A proposta desses autores para a geração dos índices sugeridos consiste nas seguintes fases: determinação de um parâmetro ambiental (geomorfologia ou solos) como base para ser utilizado no cálculo da ocorrência dos demais elementos físicos da paisagem. Para ambientes de clima semiárido, foram utilizados os solos como parâmetro base de análise das demais classes, haja vista ele ser um fator condicionante das formações vegetais de Caatinga (Grigio et al., 2011). Contudo, no presente estudo, utilizou-se a geomorfologia, por causa da pequena diversidade de classes de solos, assim, o relevo apresentou-se como condicionante mais significativo para a distribuição de espécies, conforme concebido na proposta inicial dos autores Xavier-da-Silva et al., (2001).

Na sequência, é cruzado o mapa base com os mapas de geologia, solos e vegetação, em que os resultados desse cruzamento são tabelados para a obtenção dos números que representam a geodiversidade das demais classes em relação ao mapa de geomorfologia (Xavier-da-Silva et al., 2001).

A tabela gerada possui os seguintes índices (Xavier-da-Silva et al., 2001):

a) Geodiversidade

específica: consiste na quantidade de classes de geologia, solos ou vegetação associadas a uma determinada classe de geomorfologia;

b) Geodiversidade

específica posicional: toma-se como base uma classe de geomorfologia e um determinado parâmetro, por exemplo, vegetação, e classifica-se, em forma de *ranking*, qual a classe de geomorfologia que possui mais classes de vegetação;

c) Geodiversidade

múltipla: é o resultado do somatório do número de geodiversidade específica das diferentes classes de geomorfologia;

d) Geodiversidade

múltipla posicional: é um *ranking* concebido para o índice de geodiversidade anterior;

e) Geodiversidade

múltipla ponderada: é a razão entre o número de classes da geodiversidade múltipla e a área de uma dada classe de geomorfologia (Equação 1), o coeficiente **K** possui a função de

manter significativo o valor do indicador (Grigio et al., 2011), no presente estudo esse valor é 100; e,

$$K * \text{Geodiver. múltipla} / \text{Área} \quad (1)$$

f) Geodiversidade

múltipla ponderada posicional: é um ranking criado para o índice de geodiversidade anterior (Xavier-da-Silva et al., 2001).

Por último, é utilizado o resultado da geodiversidade específica posicional no cálculo da matriz de correlações não paramétricas mediante o Coeficiente de Spearman (Grigio et al., 2011) no intuito de observar a correlação entre os parâmetros analisados.

Resultados e discussão

A Geodiversidade de Areia Branca (RN)

A álgebra de mapas, mediante o cruzamento dos planos de informações de geomorfologia, geologia, solos e vegetação, possibilitou determinar os índices de geodiversidade múltipla e múltipla ponderada para o município de Areia Branca (RN) (Tabela 1). Assim, após o cruzamento dos planos de informações foi possível constatar que as classes de vegetação e de geologia tiveram as maiores variações nos valores de geodiversidade específica, de 1 a 5 e 2 a 5,

respectivamente, dentro das unidades geomorfológicas, já as classes de solos variaram de 1 a 2, que, portanto, é pouco significativa na diversidade de ambientes. Todavia, os valores de geodiversidade específica de cada parâmetro, no geral, são similares.

Do resultado do cruzamento, a Planície flúvio-marinha ficou na primeira posição, em termos de geodiversidade múltipla (Figura 5), com 12 registros de classes dos outros temas analisados. Essa unidade geomorfológica encontra-se assentada sobre cinco diferentes depósitos geológicos (Depósitos colúvio-eluviais, Depósitos litorâneos de praias/Depósitos eólicos de Dunas Móveis, Depósitos de planície de maré, Formação Barreiras e Formação Jandaíra). Com relação aos solos presentes duas classes foram encontradas (Latosolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos). Essas classes formam o substrato para o desenvolvimento de cinco diferentes tipos de coberturas vegetais (área de fruticultura (caju), caatinga arbustiva fechada, mangue, vegetação de dunas fixas e vegetação rasteira) na Planície flúvio-marinha.

A Planície flúvio-marinha evidencia uma área significativamente reduzida, em virtude da utilização dessa forma de relevo pela indústria salinera (Medeiros et al., 2011). A ocorrência dessa unidade geomorfológica dá-se nas margens do Rio Apodi-Mossoró e em alguns locais adjacentes às salinas.

Geomorfologia	Geologia		Solos		Vegetação		Geodiver. Múltipla	Geodiver. Múltipla Posicional	Área (ha)	Geodiver. Mult. Ponderada (Km ²)	G. Mult. Pond. posicional
	GE	GEP	GE	GEP	GE	GEP					
Dunas fixas	3	2	2	1	4	2	9	3	980,17	0,91	3
Dunas móveis	3	2	2	1	4	2	9	3	2075,09	0,43	4
Praias	2	3	2	1	1	4	5	4	112,35	4,45	1
Planície flúvio-marinha	5	1	2	1	5	1	12	1	886,35	1,35	2
Tabuleiro costeiro-formas tabulares	5	1	2	1	4	2	11	2	17627,23	0,06	5
Tabuleiro costeiro-superfície pediplanada	2	3	1	2	2	3	5	4	8961,96	0,05	6

Tabela 1: Índices de geodiversidade de Areia Branca (RN). Fonte: Autores.

Na segunda posição está o Tabuleiro costeiro com formas tabulares que possui 11 registros. Abaixo da área desse modelado são encontradas cinco unidades geológicas

(Depósitos colúvio-eluviais, Depósitos litorâneos de praias/Depósitos eólicos de Dunas Móveis, Depósitos de planície de maré, Formação Barreiras e Formação Jandaíra), dois

substratos edáficos cobrem essa unidade geomorfológica (Latosolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos) que permite sustentação ao desenvolvimento de quatro formas de coberturas vegetais (área de fruticultura (caju), caatinga arbustiva fechada, vegetação de dunas fixas e vegetação rasteira). No Tabuleiro costeiro com formas tabulares, as principais atividades antrópicas presentes são:

a extração de petróleo, a produção de energia eólica por aerogeradores e a utilização como área de fruticultura em que predomina o caju. Cultura que é susceptível ao surto de determinadas espécies nocivas ao seu desenvolvimento (Teixeira et al., 1991) e à seca. É encontrado plantio de subsistência de feijão e milho.

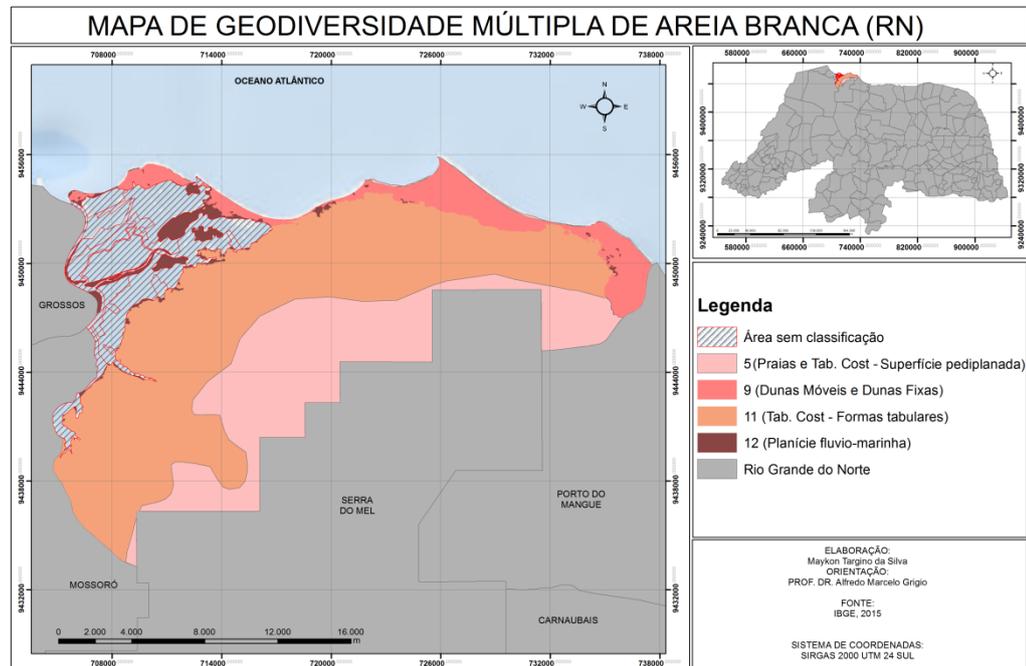


Figura 5: Mapa de geodiversidade múltipla de Areia Branca (RN)

Duas classes ocupam a terceira posição, a saber: Dunas Fixas e Dunas móveis, ambas com nove registros. As classes abaixo foram encontradas tanto para as Dunas Fixas como Dunas móveis: três classes de geologia (Depósitos litorâneos de praias/Depósitos eólicos de Dunas Móveis, Depósitos de planície de maré e Formação Barreiras), duas classes de solos (Latosolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos) e quatro classes de vegetação (caatinga arbustiva fechada, mangue, vegetação de dunas fixas e vegetação rasteira). Essas duas classes se caracterizam por possuírem grande similaridade na quantidade e por serem as mesmas classes encontradas para ambas, como pode ser observado acima. Uma área significativa dessas dunas é preservada dentro dos limites da APA Dunas do Rosado.

Na última posição apresentaram quantitativamente os mesmos valores para o índice de geodiversidade específica os Tabuleiros Costeiros de superfície pediplanada

e as Praias. Nos Tabuleiros Costeiros de superfície pediplanada foram encontradas duas classes de geologia (Depósitos colúvio-eluviais e Formação Barreiras), uma classe de solo (Latosolos Amarelos) e duas de cobertura vegetal (área de fruticultura (caju) e caatinga arbustiva fechada). Já para as Praias duas classes de geologia (Depósitos litorâneos de praias/Depósitos eólicos de Dunas Móveis e Formação Barreiras), duas classes de solos (Latosolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos) e uma de vegetação, a que recobre as dunas.

Nos Tabuleiros Costeiros de superfície pediplanada atividades como extração de petróleo e a agricultura estão presentes. Já com relação às Praias essas são ocupadas, em alguns trechos, por barracas e casas, bem como pequenas culturas de subsistência (Figura 6).

É possível observar, com o resultado da geodiversidade múltipla ponderada (Figura 7), algumas alterações nas posições das unidades geomorfológicas em relação ao *ranking* da

geodiversidade múltipla. A mudança mais significativa é com relação à classe que ficou em primeiro lugar: Praias. Na geodiversidade múltipla a classe Praias tinha ficado na quarta posição, contudo, na geodiversidade múltipla ponderada ela ficou em primeiro lugar, haja vista, o valor de essa última geodiversidade

citada ser o resultado da ponderação entre o valor da geodiversidade múltipla e a área da unidade geomorfológica em análise. Assim, esse “indicador enfatiza a singularidade de feições com distribuição territorial restrita” (Xavier-da-Silva et al., 2001, p. 313).



Figura 6: Cultura de subsistência (feijão) em área de praia, comunidade de Morro Pintado, Areia Branca (RN), 2016. Fonte: Autores.

A classe que ficou na segunda posição, em termos de Geodiversidade Múltipla Ponderada, foi a Planície flúvio-marinha. Esse resultado evidencia que um alto índice de Geodiversidade Múltipla não necessariamente apresentará baixo índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada, como o observado em outro estudo (Dias et al., 2005). Ou seja, uma classe que possui alto índice de Geodiversidade Múltipla também poderá ter alto índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada. É possível perceber com esse resultado que uma área pequena pode ter valores altos tanto para uma como para outra. Já a terceira posição ficou com Dunas Fixas.

Ao observar os dados obtidos da matriz de correlação não paramétrica, mediante o coeficiente de Spearman, nota-se que a maior correlação existente, dos parâmetros analisados ocorreu entre geologia e solos (0,57) (Tabela

2), ainda assim, esse valor é considerado baixo quando comparado com outros trabalhos (Xavier-da-Silva et al., 2001; Grigio et al., 2011). Os resultados do coeficiente de Spearman evidenciam a pequena correlação entre os parâmetros analisados.

	Geologia	Solos	Vegetação
Geologia	1,00	-	-
Solos	0,57	1,00	-
Vegetação	0,45	0,20	1,00

Tabela 2: Resultados do cálculo da matriz de correlação não paramétrica do coeficiente de Spearman. Fonte: Autores.

Os mapas de Geodiversidade Múltipla e Geodiversidade Múltipla Ponderada podem ser apresentados à população e aos tomadores de decisão, por exemplo, nas audiências públicas quando estiver ocorrendo o processo

para a revisão do Plano Diretor de Areia Branca (RN).

Comparar os mapas de geodiversidade com o mapa do Macrozoneamento do Plano Diretor de Areia Branca (RN) (Figura 8) (Lei Complementar N° 1.307/2006) pode realçar informações importantes. As classes Praias, Dunas Fixas e Dunas Móveis (primeira, terceira e quarta posições da Geodiversidade Múltipla Ponderada, respectivamente) no mapa do macrozoneamento estão inseridas, em parte, nas Zonas de Interesse Turístico e Lazer e na de Preservação Ambiental. Essas classes possuem, no geral, como limitações ao uso: construção de casas e outros empreendimentos nas zonas de migração de sedimentos arenosos e os solos possuem baixa fertilidade natural, são ácidos e de difícil manejo; como

potencialidades: possuem aquíferos e podem ser utilizadas para atividades de turismo e lazer (Pfaltzgraff e Torres, 2010).

O avanço das dunas, sobre áreas habitadas, é um problema no município (Figura 9), expresso principalmente na mudança de lugar, por três vezes, da comunidade de Redonda (Medeiros et al., 2012) e, também, por cobrirem frequentemente a estrada que dá acesso à comunidade de São Cristóvão. Além disso, as praias e as dunas são caracterizadas pela fragilidade no equilíbrio ecológico (Rocha et al., 2009) e vulnerabilidade natural alta (Lima e Amaral, 2013; Oliveira e Mattos, 2014). Por conseguinte, são áreas que deverão ter atenção especial quando for realizada a revisão do plano diretor.

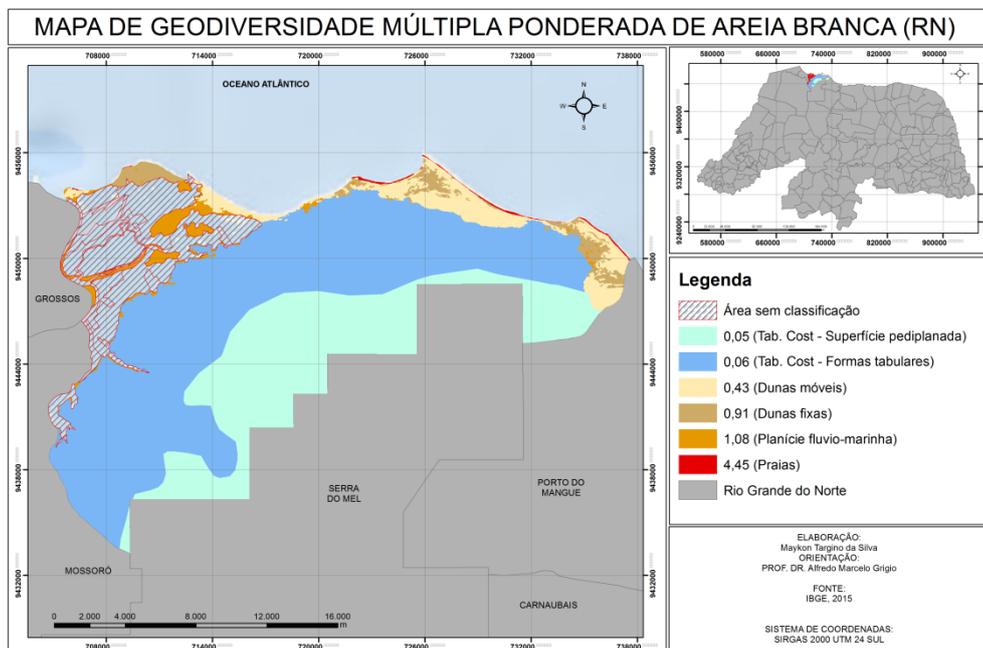


Figura 7: Mapa de geodiversidade múltipla ponderada de Areia Branca (RN).

A Planície Flúvio-marinha ficou em segundo lugar em termos de Geodiversidade Múltipla Ponderada. Como limitações ao uso, as áreas dessa classe são susceptíveis a alagamentos em períodos chuvosos, a erosão costeira e o avanço das marés; como potencialidades têm a extração de argila, atividade pesqueira e a utilização para a educação ambiental nos manguezais que estão nessas áreas (Pfaltzgraff e Torres, 2010). A Planície Flúvio-marinha está inserida na Zona de Interesse Agropecuário e Industrial e na Zona Urbana.

A erosão costeira, já é um problema observado, na Planície Flúvio-marinha,

principalmente nas praias do Pontal, do Meio e na Barra de Upanema (Silva et al., 2015). Outro problema são as inundações que são frequentes nos períodos chuvosos (Medeiros et al., 2012).

A Zona de Interesse Agropecuário e Industrial são áreas direcionadas as atividades econômicas do município sob o espectro agropecuário e industrial. A utilização da Planície Flúvio-marinha para o uso dessas atividades e como ambiente para moradia da população envolve alguns riscos, pois esse ambiente é susceptível a alagamentos e erosão costeira. Portanto, esse deverá ser um ponto a ser repensado quando da revisão do plano

diretor, haja vista, os riscos de ocupação dessas áreas.

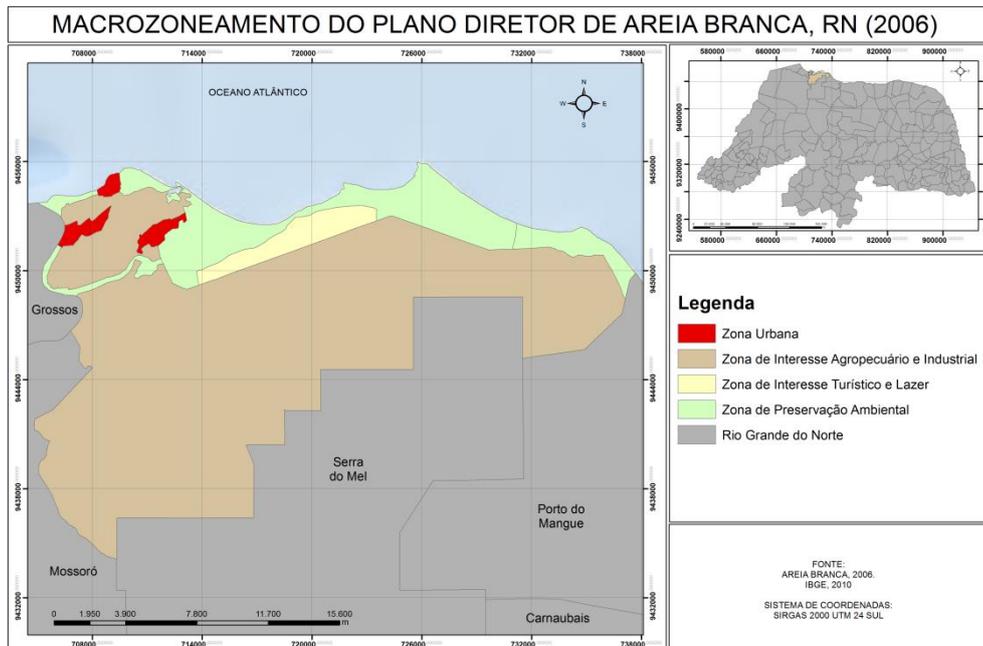


Figura 8: Mapa do macrozoneamento do plano diretor de Areia Branca (RN), 2006. Fonte: Areia Branca, 2006.

Os Tabuleiros Costeiros, sejam os que apresentam Formas Tabulares ou Superfície Pediplanada, foram as classes que tiveram menores valores para Geodiversidade Múltipla Ponderada. Os Tabuleiros Costeiros, em alguns estudos de vulnerabilidade natural, se mostram com uma vulnerabilidade baixa ou moderada o que faculta o uso desse ambiente para

inúmeras atividades (Grigio et al., 2006; Lima e Amaral, 2013; Oliveira e Mattos, 2014). No macrozoneamento do plano diretor, as zonas em que os Tabuleiros Costeiros estão inseridos são: Zona de Interesse Agropecuário e Industrial, Zona de Preservação Ambiental e Zona de Interesse Turístico e de Lazer.



Figura 9: Residência em área de influência de dunas móveis na costa de Ponta do Mel, Areia Branca (RN), 2015. Fonte: Autores.

Considera-se adequada a utilização dos Tabuleiros Costeiros para as atividades

definidas anteriormente, haja vista, essa unidade geomorfológica possuir baixa ou moderada vulnerabilidade natural.

Conclusões

O Município de Areia Branca não possui uma grande variabilidade de classes do ambiente físico, contudo, isso não significa que as classes presentes não tenham importância e que deva ser utilizada de forma desordenada e sem planejamento, haja vista, a relevância ecológica dos manguezais, das dunas e da vegetação de Caatinga.

Os mapas de Geodiversidade Múltipla e Geodiversidade Múltipla Ponderada podem ser utilizados como suporte à tomada de decisão, nas audiências públicas, para o zoneamento de áreas de interesse nos planos diretores. Seria explicado o que é a geodiversidade e quais são as áreas que possuem uma maior diversidade de ambientes. A sua importância e a necessidade do uso sustentável ou proteção das áreas com os maiores valores de geodiversidade também seria abordada.

Já o Macrozoneamento do Plano Diretor de Areia Branca (RN) quando comparado com o mapa de geodiversidade múltipla ponderada explicita questões importantes. Classes que ficaram entre as primeiras, em termos de geodiversidade múltipla ponderada (Praias, Dunas Fixas e Dunas Móveis), estão inseridas em zonas que promovem o uso sustentável e a conservação frente à fragilidade desses ambientes. Todavia, uma questão a ser repensada é com relação à utilização da Planície Flúvio-marinha, que ficou na primeira e segunda posição, em termos de geodiversidade múltipla e múltipla ponderada, respectivamente, para o uso industrial e a ocupação urbana, haja vista, já ser observado em algumas áreas problemas com erosão e com a inundação.

Explicitar a diversidade de ambientes de uma área (geodiversidade), as potencialidades e fragilidades são informações basilares para um bom ordenamento e planejamento do território, que contribui para conceber e/ou revisar um plano diretor.

Agradecimentos

Ao Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais da

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte pelo apoio logístico. Ao CNPq pela Bolsa Pq de ACPF (processo 304122/2015-7).

Referências

- Araripe, P.T., Feijó, F., 1994. Bacia Potiguar. Boletim de Geociências da PETROBRÁS 8, 127-141.
- Areia Branca (RN). 2006. Lei Complementar N° 1.307.
- Brasil, 2001. Lei n°10.257, de 10 de Julho.
- Costa, D.F.S., Silva, A.A., Medeiros, D.H.M., Lucena Filho, M.A., De Medeiros Rocha, R. Lillebo, A.I., Soares, A.M.V.M., 2013. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil). Sociedade e Natureza 25, 21-34.
- Dias, J.E., Gomes, O.V.O., Xavier-da-Silva, J., Goes, M.H.B., 2005. A Geodiversidade do Município de Volta Redonda, Rio de Janeiro. Caminhos de Geografia 14, 151-160.
- Dias, R.L., Oliveira, R.C., 2013. Zoneamento geoambiental do litoral sul do Estado de São Paulo. Geografia (Rio Claro) 38, 371-383.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute., 2011. Software ArcGis Desktop, License Type Arcinfo, version 10.1.
- Fairbridge, R.W., 2004. Classification of Coasts. Journal of Coastal Research 20, 155-165.
- Fidalgo, E.C.C., Santos, R.F., 2003. Proposta para a caracterização de indicadores ambientais. Geografia (Rio Claro) 28, 454-462.
- Finkl, C.W., 2004. Coastal Classification: systematic approaches to consider in the development of a comprehensive scheme. Journal of Coastal Research 20, 166-213.
- França, A.M.S., Florenzano, T.G., Novo, E.M.L.M., 2007. Avaliação de fusão de imagens ópticas e microondas no mapeamento de morfologias lacustres. Revista Brasileira de Cartografia 59, 191-197.
- Gray, M., 2004. Geodiversity: valuing and conservation abiotic nature. Wiley.
- Grigio, A.M., Castro, A.F., Souto, M.V.S., Amaro, V.E., Vital, H., Diodato., M.A., 2006 . Use of remote sensing and geographical information system in the determination of the natural and

- environmental vulnerability of the Municipal district of Guamaré – Rio Grande do Norte – Northeast of Brasil. *Journal of Coastal Research* 39, 1427-1431.
- Grigio, A.M., Amaro, V.E., Diodato., M.A., Castro, A.F., 2011. Determination of indices of multiple and multiple weighted geodiversity of landscape of the Piranhas-Assu River, Rio Grande do Norte. *Journal of Coastal Research* 64, 1668-1671.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2013. Manual Técnico de Uso da Terra. IBGE, Rio de Janeiro.
- IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte., 2009. Zoneamento ecológico-econômico da zona costeira do Estado do Rio Grande do Norte. IDEMA, Natal.
- Lima, E.Q., Amaral, R.F., 2013. Vulnerabilidade da zona costeira de Pititinga/RN, Brasil. *Mercator* 12, 141-153.
- López, J.R., 2005. Los desafíos del estudio de la geodiversidade. *Revista Geográfica Venezolana* 46, 143-152.
- Manosso, F.C., Ondicol, R.P., 2012. Geodiversidade: considerações sobre quantificação e avaliação da distribuição espacial. *Anuário do Instituto de Geociências (UFRJ)* 35, 90-100.
- Medeiros, W.D.A., Cunha, L., Almeida, A.C., 2011. Dinâmica territorial e impactos ambientais no município de Areia Branca-RN (Nordeste do Brasil): uma análise preliminar. *Revista Geográfica de América Central*, número especial EGAL, 1-14.
- Medeiros, W.D.A., Cunha, L., Almeida, A.C., 2012. Riscos ambientais no litoral: estudo comparativo Brasil-Portugal. *Cadernos de Geografia* 30, 107-115.
- Moura de Abreu, M. R., Abreu Neto, J. C. 2014. Evolução da Linha de Costa da Praia do Iguape, Aquiraz, Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 7, 44-53.
- Nieto, L.M., 2001. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, 112, 3-12.
- Oliveira, F.F.G., Mattos, J.T., 2014. Identificação da vulnerabilidade ambiental no litoral sul do Rio Grande do Norte. *Geografia (Rio Claro)* 39, 157-178.
- Pfaltzgraff, P.A.S., Torres, F.S.M., 2010. Geodiversidade: adequabilidades/potencialidades e limitações frente ao uso e ocupação. In: Pfaltzgraff, P.A.S., Torres, F.S.M., (Orgs.), *Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte*. CPRM, Recife, pp. 175-188.
- Rocha, A.B., Baccaro, C.A.D., Silva, P.C.M., Camacho, R.G.V., 2009. Mapeamento geomorfológico da Bacia do Apodi-Mossoró – RN – NE do Brasil. *Mercator* 8, 201-216.
- Rogério, A.P.C., 2004. Caracterização Geológica e Geomorfológica do Município de Areia Branca/RN, com Vistas à elaboração do Mapa de Sensibilidade ao Derramamento de Óleo. Monografia (Graduação). Natal, UFRN.
- Silva, M.T., Grigio, A.M., Carvalho, R.G., Medeiros, W.D.A., Paranhos Filho, A.C., 2015. Variação da linha de costa na região adjacente à Foz do Rio Apodi-Mossoró por sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física* 8, 967-980.
- Serrano, E., Ruiz-Flaño, P., 2007. Geodiversity. A theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica* 62, 140-147.
- Teixeira, L.M.S., Melo, Q.M.S., Mesquita, A.L.M., Freire, F.C.O., 1991. Recomendações para o controle de pragas e doenças do cajueiro. *Comunicado Técnico EMBRAPA Agroindústria Tropical* 2, 1-5.
- Xavier-da-Silva, J., Persson, V.G., Lorini, M.L., Iervolino, P., Ribeiro, M.F., Abdo, O., Costa, A.J.S.T., Bergamo, R.B.A., 2001. Índices de geodiversidade: aplicações de SGI em estudos de Biodiversidade. In: Garay, I., Dias, B.F.S. (Orgs.). *Conservação da Biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Vozes, Rio de Janeiro, 299-316.
- Xavier-da-Silva, J., Carvalho-Filho, L.M., 2004. Geodiversity: some simple geoprocessing indicators to support environmental biodiversity studies. *Directions Magazine*, 1-5.

CAPÍTULO II - PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO METODOLÓGICO PARA DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE PREJUÍZOS ECONÔMICOS FACE À EROSÃO COSTEIRA

O artigo com o título *Proposta de aperfeiçoamento metodológico para determinação do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira* será submetido no periódico *Geo-Marine Letters* versão on-line, classificação 2014 CAPES QUALIS A2, na área de avaliação Ciências Ambientais; o texto apresentado segue a mesma estrutura exigida pela referida revista conforme anexo II.

O objetivo desse artigo é contribuir com o aperfeiçoamento da metodologia que avalia o potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira (SANTOS et al., 2007), em especial, superar a limitação do estabelecimento das tendências de comportamento da linha de costa em longo prazo. Compreender a dinâmica da linha de costa e os prejuízos econômicos associados à erosão costeira é importante na revisão do Plano Diretor de Areia Branca (RN), pois este regula o uso e ocupação da zona costeira e, com base em um diagnóstico da erosão e dos prejuízos econômicos associados podem alocar as diferentes atividades econômicas e uso e ocupação de modo que não provoque danos econômicos, sociais e ambientais.

Proposta de aperfeiçoamento de metodologia para determinação do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira

Resumo

A erosão é um fenômeno que pode promover importantes modificações da linha de costa em várias regiões no mundo. Atualmente, percebem-se os danos provocados por esse fenômeno na economia, meio ambiente e sociedade. Assim, metodologias surgiram para determinar as taxas de erosão costeira e evoluíram sendo hoje possível determinar implicações da erosão costeira em outras atividades econômicas, como no turismo, por exemplo. Outra técnica foi concebida para a determinação do potencial de danos econômicos face à erosão costeira. Contudo, essa metodologia, apresentada por Santos et al. (2007) possui como limitação a determinação do comportamento da erosão em longo prazo. Assim, o objetivo do presente estudo foi o de superar essa limitação, de modo a aperfeiçoar a metodologia que define o potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira. Foi constatado no presente artigo que a metodologia concebida por Grigio et al. (2005) permite equacionar essa limitação. Para a avaliação e discussão, foi escolhido o Município de Areia Branca (RN), onde o potencial de danos econômicos face à erosão costeira constatado foi de média intensidade. As metodologias que avaliam a erosão costeira e o seu potencial de prejuízos econômicos devem ser continuamente concebidas e aperfeiçoadas no intuito de melhor compreender o processo erosivo e suas implicações econômicas.

Palavras-chave: geoprocessamento; susceptibilidade a danos econômicos; gerenciamento costeiro.

Introdução

Um dos agentes modeladores da zona costeira é o processo erosivo (Fairbridge 2004), que desloca a linha de costa causada por processos naturais ou pelo homem (Camfield and Morang 1996). Inicialmente não foi dada a devida atenção ao processo de erosão costeira até o instante em que efeitos adversos foram sentidos na economia, sociedade e no meio ambiente (Silva et al. 2014), um exemplo, são os danos provocados pela erosão nas infraestruturas utilizadas pelo setor turístico (Alexandrakis et al. 2015).

A quantificação do processo da erosão da linha de costa é relevante para os planejadores e gestores da zona costeira por muitas razões e uma delas é a de estudar a eficácia de estruturas de proteção que diminuem a ação desse processo. As técnicas que fazem essa quantificação evoluíram desde a década de 1970, principalmente fruto do avanço da tecnologia (Moore 2000). Uma demonstração dessa evolução é percebida pelos equipamentos e produtos utilizados pelos procedimentos metodológicos antigos, como a concebida por Dolan et al. (1978), que utilizava de fotografias aéreas monocromáticas e de mesa de luz projetada para determinar as taxas de erosão, diferente das metodologias surgidas, posteriormente, que podem utilizar produtos de sensoriamento remoto sofisticado (*airborne light detection and ranging technology* – LIDAR, imagens multiespectrais, sensores de microondas e vídeo imageamento (BOAK and TURNER, 2005), veículo aéreo não tripulado – VANT (Mancini et al. 2013)), em conjunto com sistemas de informação geográfica (Ojeda Zújar et al. 2013).

Os avanços são também observados com a concepção de metodologias que relacionam os efeitos da erosão costeira em outros setores como a

atividade do turismo (Alexandrakis et al. 2015). Outra metodologia que objetiva fazer uma ligação entre a erosão da linha de costa e suas implicações em outras atividades humanas, é a que determina o potencial de prejuízos econômicos face à ação desse processo (Santos et al. 2007). Contudo, esta metodologia possui como limitação não poder determinar se o processo erosivo é de curto ou longo prazo.

O entendimento envolvendo a escala temporal da análise de curto ou longo prazo é definida como menor do que 10 anos considerados de curto prazo e as maiores do que 60 anos são de longo prazo (Crowell et al. 1993). No intuito de equacionar aquela limitação foi proposta a utilização da metodologia desenvolvida por Grigio et al. (2005), haja vista a praticidade, facilidade, eficiência e, principalmente, por poder determinar se as tendências da ação dos processos de acreção ou erosão são de curto ou longo prazos, dependendo somente da disponibilidade de produtos de sensoriamento remoto para o local em estudo.

Assim, o objetivo deste artigo é contribuir com o aperfeiçoamento da metodologia que avalia o potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira (Santos et al. 2007), em especial, superar a limitação do estabelecimento das tendências de comportamento da linha de costa em longo prazo.

Materiais e métodos

Caracterização da área de estudo

O Município de Areia Branca está localizado no litoral setentrional do Rio Grande do Norte (Fig. 1) a uma distância de 330 km de Natal, capital desse

Estado. Como características socioeconômicas têm-se a produção de sal de origem marinha (Costa et al. 2013), a exploração do petróleo, a geração de energia eólica, o turismo (Medeiros et al. 2012), a agropecuária e a ocupação, próxima da linha de costa, por pescadores tradicionais. Portanto, o

município de Areia Branca possui uma variedade de atividades do uso e ocupação do solo.

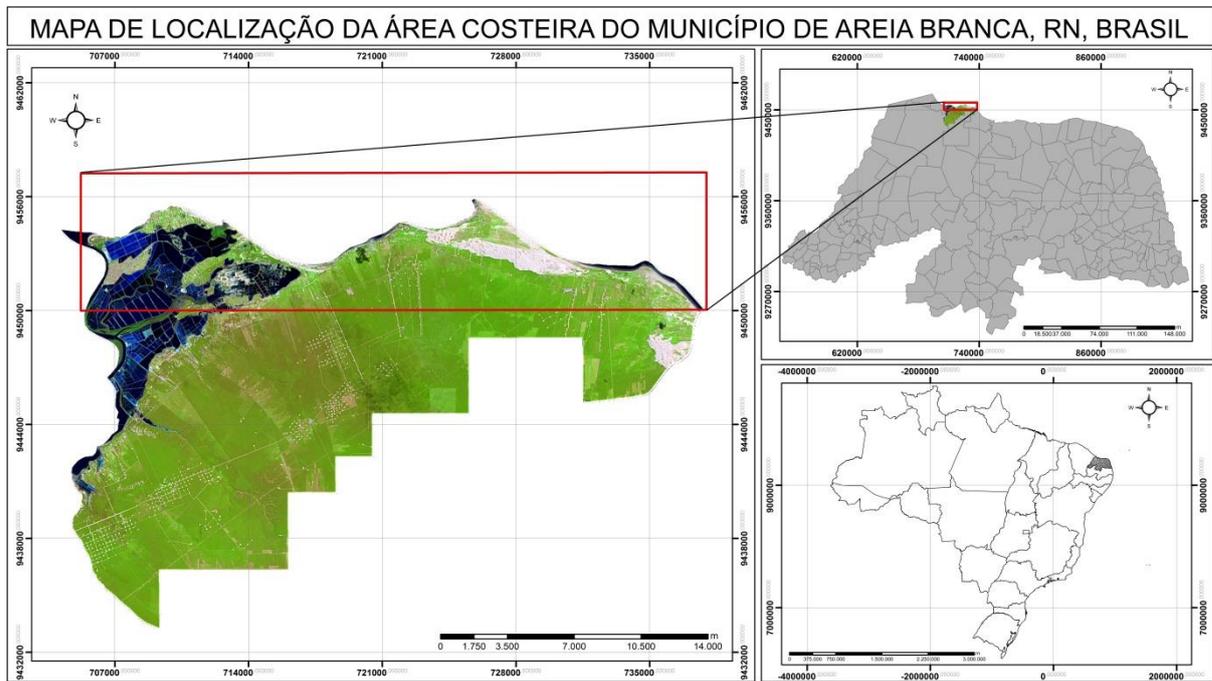


Fig. 1 Localização da área de estudo (2016). Fonte: IBGE, 2010; USGS, 2016

Em termos geológicos esse município está inserido no contexto geológico da Bacia Potiguar (Araripe and Feijó, 1994; Pessoa Neto et al. 2007). Na ou próxima à linha de costa são observadas as seguintes feições geológicas: *Beach Rocks*; Depósitos Aluvionares; Depósitos de Dunas Fixas; Depósitos eólicos de Dunas Móveis; Depósitos de Planícies de Maré e a Formação Barreiras. Já, as feições geomorfológicas são as seguintes: Campo de Dunas Fixas e Dunas Móveis; Planície de Inundação Flúvio-Estuarina; Planície de Maré; Barras longitudinais emersas na baixa-mar e Zona de Interamaré (Rogério 2004).

Na zona costeira de Areia Branca a direção predominante do vento é de Nordeste, onde no verão as velocidades máxima e mínima são: 34,4 km/h e 27,5 km/h, respectivamente, já no período de inverno a média mensal é de 21,1 km/h. O fluxo das ondas é de direção Nordeste com alturas que variam de 0,22 m a 0,39 m. Já, as correntes marinhas variam nos períodos de inverno e de verão, a velocidade no primeiro é de 0,6-1,3 m/s para Oeste e, no segundo, 0,2-0,6 m/s para Oeste (Rogerio 2004).

Procedimentos metodológicos

Para determinar o potencial de danos econômicos face à erosão costeira é preciso antes

estabelecer a sensibilidade à erosão da linha de costa e, também, a densidade de urbanização.

Assim, para estabelecer a sensibilidade da erosão, foi realizada a análise multitemporal da linha de costa, por meio de dados de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica. Os produtos de sensoriamento remoto consistiram nas seguintes cenas: Landsat 5-TM 215-64 (INPE 1984) e Landsat 8 OLI 215-64 (USGS 2016). As imagens foram adquiridas dos sítios eletrônicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS.

A análise da variação da linha de costa compreendeu um espaço temporal de 32 anos (1984-2016). Diferentemente de outros estudos (Grigio et al. 2005; Amaro et al. 2014), esse período não foi dividido em outros menores, haja vista, a inexistência de obras costeiras que modificassem o balanço sedimentar. Portanto, foi utilizada a imagem mais antiga possível (1984) e uma atual (2016).

A utilização de somente duas datas, uma mais antiga possível e outra atual, para determinar as taxas de erosão e acreção é uma técnica útil e simples, principalmente, quando não ocorreram modificações substanciais de origem antrópica, caso de Areia Branca (RN), essas modificações podem ser, por exemplo, a construção de diques ou

portos que interfiram no balanço sedimentar da linha de costa (Ojeda Zújar 2000).

Para utilizar a imagem do Landsat 5 foi necessário realizar o seu georreferenciamento. Depois das imagens estarem no mesmo sistema de coordenadas (SIRGAS 2000 UTM 24 SUL) foi

estabelecido um polígono base/referência, que possui os limites da área de interesse, utilizado no corte das imagens (Fig. 2). A fase seguinte consistiu na realização do processamento digital das imagens (Grigio et al. 2005).

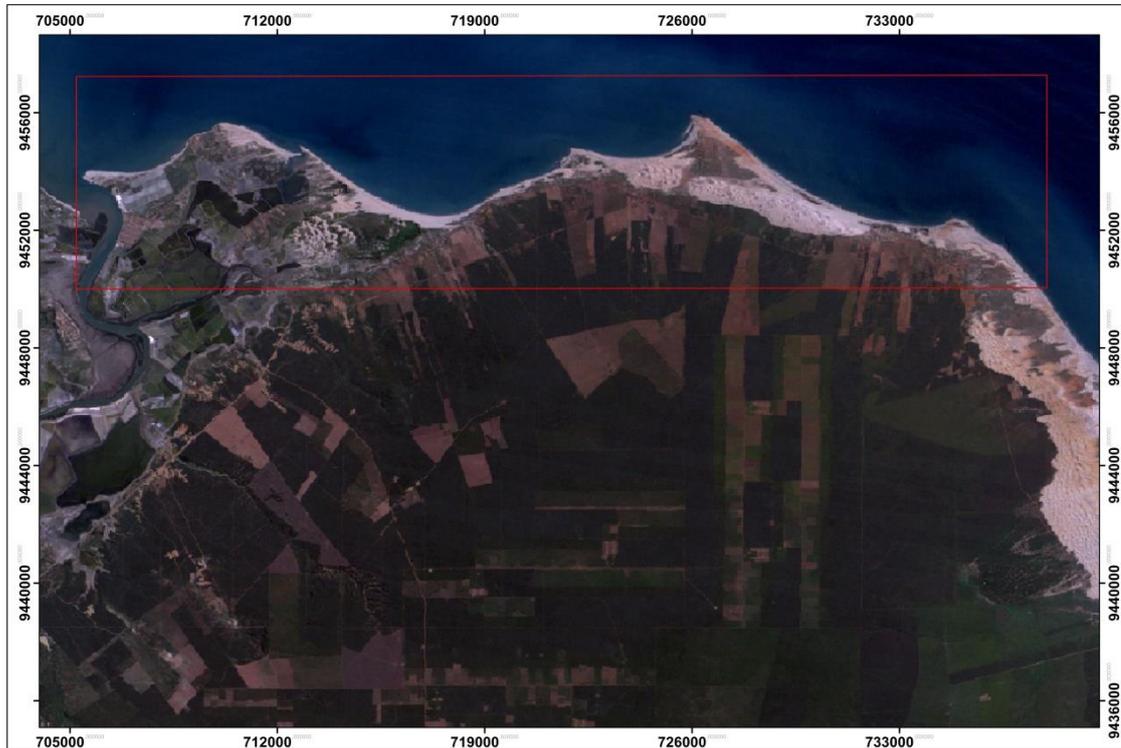


Fig. 2 Polígono base que delimita a área de interesse para o corte dos layers (2016). Fonte: USGS, 2016

O processamento das imagens constou dos seguintes procedimentos: as faixas espectrais do verde e do infravermelho passaram por realce linear de contraste, na sequência, foi realizada a razão dessas bandas por meio do algoritmo NDWI (*Normalized Difference Water Index*) que possui a seguinte relação Verde – Infravermelho Próximo / Verde + Infravermelho Próximo (McFeeters 1996), do resultado desse algoritmo aplicou-se, novamente, o realce linear de contraste. Por fim, é formada a composição RGB-Infravermelho-Verde-NDWI (Fig. 3) (Grigio et al. 2005). Estes processos foram realizados para as imagens Landsat 5 e Landsat 8.

A composição acima mencionada possibilita fazer distinção da linha de costa que utiliza como referência a resposta da areia e das águas oceânicas: a areia seca apresenta tons amarelados, já quando ela está úmida, possuem tons amarelos azulados, as águas oceânicas variam entre azul marinho e azul anil (Grigio et al. 2005).

Após as imagens terem sido recortadas foi realizada a vetorização da linha de costa para os anos de 1984 e de 2016. Na sequência, as duas linhas de costa são sobrepostas. Desse cruzamento é gerada uma tabela com duas colunas (Tabela 1). A primeira corresponde ao ano de 1984 e a segunda a

2016. Os valores na tabela possuem o seguinte significado: quando na primeira coluna possuir o valor zero e na segunda um negativo (-1) o processo atuante foi a erosão, já o inverso é o processo de acreção, o registro de zero nas duas colunas é porque não ocorreu modificação, isto é, situação de equilíbrio (Grigio et al. 2005). Com base nesses critérios é introduzida uma nova coluna que contém o resultado final (Tabela 1).

Tabela 1: Tabela produzida pela união entre os anos de 1984 e 2016

1984	2016	Classificação
0	-1	Erosão
-1	0	Acreção
0	0	Equilíbrio

No intuito de ter o detalhamento quantitativo pontual da atuação dos processos de erosão e acreção é realizada uma segunda vetorização. Essa possui o seguinte critério: a área do polígono deve ser igual ou maior que 900 m² em virtude da resolução espacial de 30 m das imagens em análise. Provavelmente, o resultado dessa segunda vetorização irá sofrer uma pequena alteração quando comparado com a primeira (Grigio et al. 2005).

O resultado do cruzamento dos anos de 1984 e 2016 possibilitou determinar quais os processos foram mais atuantes ao longo da linha de costa. Para a classificação da susceptibilidade da linha de costa foram observadas as seguintes características: trechos com tendência à progradação (susceptibilidade baixa); trechos em equilíbrio (susceptibilidade média); trechos localizados

próximos de desembocaduras fluviais (susceptibilidade alta) e trechos em erosão (susceptibilidade muito alta). Para os valores de susceptibilidades baixa, média, alta e muito alta foram estabelecidos os índices 1, 2, 3 e 4, respectivamente, que são utilizados para determinar o potencial de danos (Silva et al. 2007).

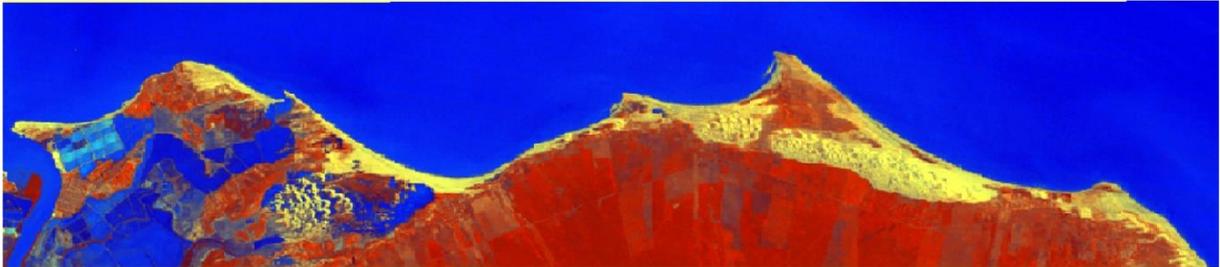


Fig. 3 Composição colorida RGB-4-2-NDWI do Landsat 5 (1984)

Uma faixa de terreno com largura de 50 m, da linha de costa em direção ao continente, foi utilizada para determinar as densidades de urbanização da costa. As densidades de urbanização foram definidas em três categorias mediante o número de construções fixas por cada quilometro de extensão ao longo da linha de costa (a) nível baixo, possui menos de 4 construções; (b) nível médio, entre 5 e 10 construções; (c) nível alto, possui mais de 10 construções. Os valores atribuídos aos níveis baixo, médio e alto, foram, respectivamente, 1, 2 e 3. Esse critério não considerou as barracas de praias construídas com folhas de coqueiro e madeira, haja vista a fragilidade e a facilidade com que essas construções são removidas (Santos et al. 2007). Os trechos foram definidos com base em trabalhos de campo que consistiram em percorrer a pé, alguns setores, dos 37 km de praias e de visualização com o auxílio do Google Earth (Google 2016).

Por fim, é determinado o potencial de danos econômicos em face da erosão costeira. Esse último indicador é o resultado do produto dos valores atribuídos à susceptibilidade de erosão e de densidades de urbanização. O resultado desse produto é assim classificado: baixo (1 a 3), médio (4 a 8) e alto (9 a 12) (Silva et al. 2007).

Todas as fases de processamento digital de imagens mencionadas, georreferenciamento, realce linear de contraste e composição colorida, foram realizados no software SPRING 5.3 (INPE 2015). Já, a vetorização e o cruzamento das linhas de costa foram realizadas no ArcGis 10.1 (ESRI 2011).

Resultados

Para o período considerado a erosão prevaleceu sobre a acreção (Fig. 4) e foi significativa em algumas praias: Upanema, Barra de Upanema, Baixa Grande, Redonda, São Cristóvão e Ponta do Mel. Ainda, a erosão atuou de

forma menor em trechos das praias do Pontal, do Meio e de Morro Pintado.

Na figura 4 as letras correspondem a trechos onde os processos de erosão e/ou acreção foram mais atuantes. No ponto **A**, trecho que corresponde à praia do Pontal, os processos de erosão e acreção agiram modificando a sua forma para uma feição mais “achatada”. A forma atual é o resultado de um recuo que atingiu 162 metros. Tanto a Sudoeste como a Oeste desse ponto, a acreção agiu com valores máximos de 275 m e 86 m, respectivamente, nesses dois locais.

O ponto **B**, trecho que compreende a praia do Meio, destaca-se por ser o trecho onde os processos de erosão e acreção foram menos intensos: 41 m de acreção e 60 m de erosão. Estes dados explicitam um possível equilíbrio dinâmico entre a retrogradação e a progradação no período deste estudo.

Na extensão que perfaz a praia de Upanema, ponto **C**, observa-se a atuação dos processos de erosão e acreção. A progradação atingiu 116 m, onde foi perceptível, também, o crescimento de uma barra de sedimentos arenosa entre esta praia e a praia do Meio. Já, a retrogradação, em alguns trechos, alcançou 152 m a Leste da praia de Upanema.

Já o trecho corresponde a Barra de Upanema (ponto **D**) é caracterizado pelo intenso processo de erosão da linha de costa. É registrado, em um ponto, um recuo de até 124 m, contudo, a alteração mais significativa foi na barra de sedimentos arenosa onde há uma diminuição do seu tamanho de até 388 m. Assim, a comunidade de Paraíso, localizada na Barra de Upanema (Figura 5) fica ameaçada com a ação desse processo.

O ponto **E**, trecho que compreende a praia da Baixa Grande, é caracterizado pela predominância do processo de erosão sobre o de acreção ao longo da linha de costa. O primeiro processo reduziu a linha de costa atingindo o valor

máximo de 147 m. Já, o segundo processo atuou mais entre essa praia e a praia de Upanema onde o

avanço em direção ao mar foi, no valor máximo, de 190 m.

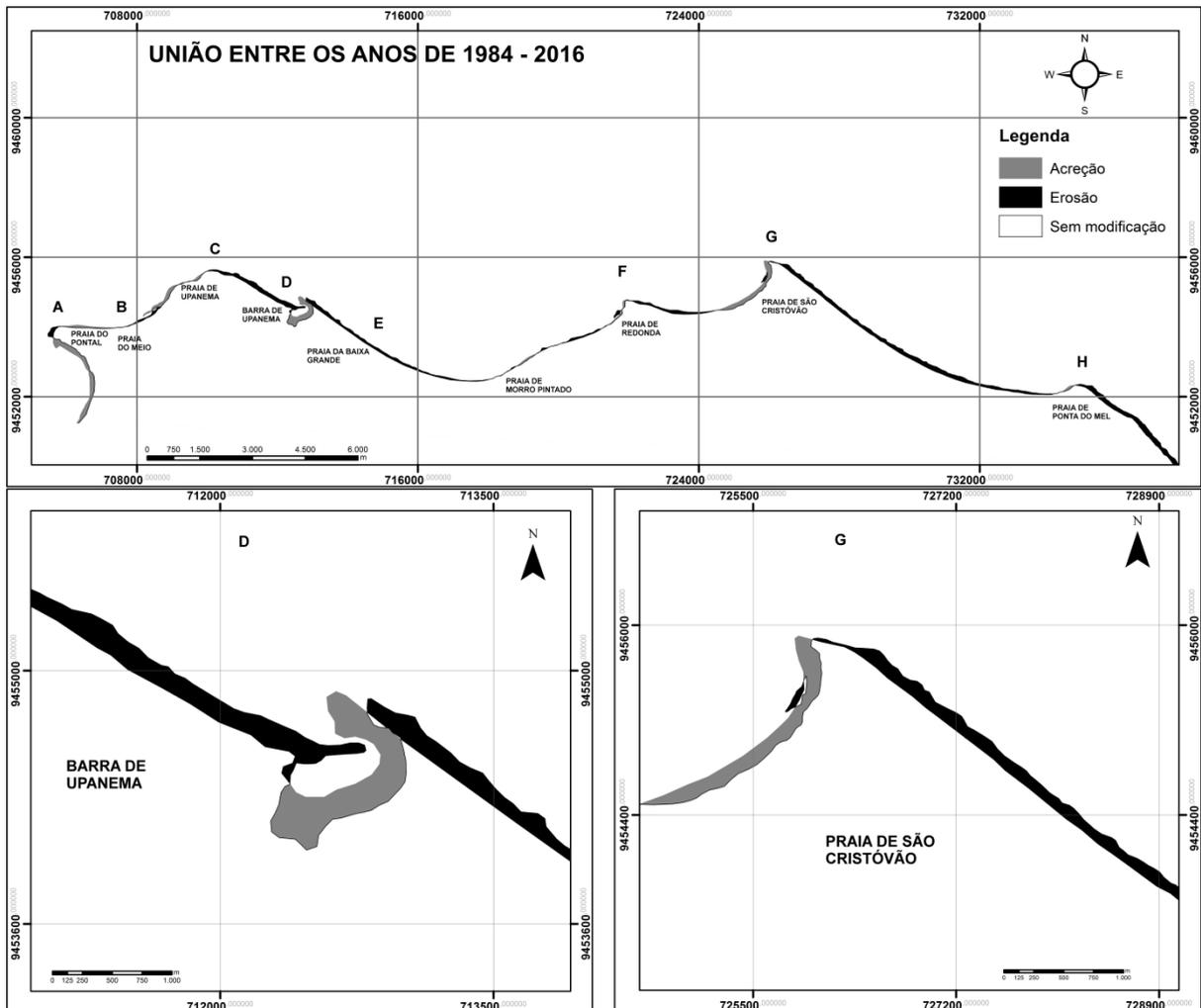


Fig. 4 Resultado do cruzamento da linha de costa de 1984 e 2016 onde é possível ver os locais em erosão ou acreção



Fig. 5 Propriedade ameaçada pela ação do processo erosivo, Comunidade de Paraíso, trecho de Barra de Upanema, Areia Branca (2015)

No ponto **F**, trecho pertencente à praia de Redonda, a erosão e a acreção agiram modificando

a posição da linha de costa. A erosão é mais atuante na face leste dessa praia, o máximo de recuo é de 116 m, também há o desaparecimento de uma barra arenosa na face oeste. Em uma área da face oeste da praia de Redonda ocorreu a ação do processo de acreção (máximo de 78 m), contudo, a progradação é menor quando comparada com a retrogradação.

O trecho pertencente à praia de São Cristóvão (ponto **G**) possui um comportamento semelhante à praia de Redonda, isto é, acreção a barlar e a erosão a sotamar dessa praia. Os valores máximos de progradação e retrogradação foram 181 m e 132 m, respectivamente. A exceção ao comportamento de acreção a barlar foi o desaparecimento de uma barra arenosa.

No ponto **H**, trecho que corresponde à praia de Ponta do Mel, o processo de erosão foi significativo, com recuo de até 164 m no local mais afetado, situado a leste dessa praia. Já, a acreção, a

oeste dessa praia, alcançou o valor máximo de 82 m.

No intuito de comparar os dados foi realizada uma segunda vetorização (Tabela 2). A tabela 2 contém o item razão, que é o resultado da divisão entre os processos de acreção e erosão das duas vetorizações. A similaridade das razões proporciona um nível de confiança alto nos resultados obtidos das duas vetorizações (Grigio et al. 2005). Assim, conforme o exposto, o nível de confiança nos resultados foi alto: 0 para o processo de acreção e 0,1 para o de erosão.

Tabela 2: Comparação dos resultados das duas vetorizações para a análise da linha de costa e a razão delas, em hectares.

Processo	1984-2016	
	Acreção	Erosão
1ª etapa	113,92	232,83
2ª etapa	113,92	232,73
Razão	0	0,1

A área total alterada pelos processos de acreção e erosão foi de 346,66 ha. Deste total,

113,92 ha (32,9%) de áreas progradaram e 232,73 ha (67,1%) erodiram. Portanto, prevalência da erosão, com 118,81 hectares a mais de área modificada, do que a acreção, no período de 1984 até 2016.

Quando distribuídos anualmente, os valores correspondentes aos processos de acreção e erosão, são possíveis obter as taxas anuais da ação desses processos. Para o período analisado, a taxa de recuo da linha de costa foi de 7,27 ha/ano, já a acreção foi de 3,56 ha/ano. Portanto, é constatada uma superioridade de 3,71 ha/ano da retrogradação sobre a progradação.

Após a análise anterior é possível determinar a sensibilidade à erosão da linha de costa. Esta foi enquadrada em três classes: baixa, alta e muito alta (Figura 6). A primeira classe tem 6,9 Km (18,6%) de extensão, a segunda 0,8 Km (2,2%) e a terceira 29,3 Km (79,2%). A susceptibilidade muito alta está presente em parte da praia de Upanema, na praia da Baixa Grande, praia de Redonda, praia de São Cristóvão, em sua face Leste e, em quase toda a extensão da praia de Ponta do Mel.

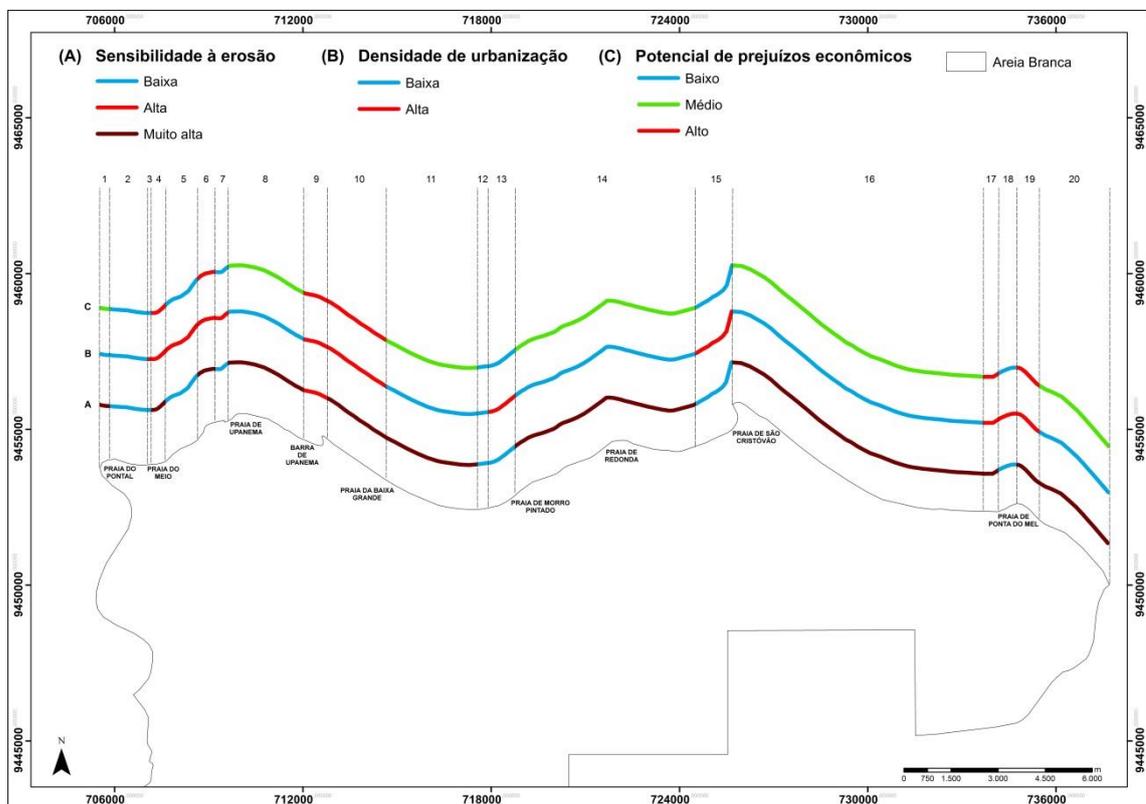


Fig. 6 Diferentes níveis de sensibilidade à erosão (A), densidade de urbanização (B) e de potencial de prejuízos econômicos (C) da linha de costa de Areia Branca

Quanto à densidade de urbanização foram definidas as seguintes classes: densidade de urbanização baixa e densidade de urbanização alta. A área costeira do Município de Areia Branca possui a prevalência da densidade de urbanização baixa (70%) em comparação com a densidade de

urbanização alta (30%). Este panorama pode ser alterado, em breve, pela crescente especulação imobiliária.

A multiplicação dos valores atribuídos a sensibilidade à erosão com o nível de urbanização tem como resultado o potencial de prejuízos

econômicos, cujos valores encontrados foram: potencial baixo 7,1 Km (19,2%), potencial médio 24,2 Km (65,4%) e potencial alto 5,7 Km (15,4%) (Figura 7).

Desse resultado foram discriminados 20 segmentos costeiros para os potenciais de prejuízos econômicos (Tabela 3). As praias que tiveram potencial de prejuízos econômicos baixo são aquelas com: a) baixo nível de urbanização, onde inexistem construções fixas próximas da linha de costa ou são poucas, em consonância com uma tendência a progradação costeira (segmentos 2 e 12,

localizados, respectivamente, na praia do Pontal, e entre a praia de Baixa Grande e a praia de Morro Pintado), bem como b) os trechos que tem alto nível de urbanização e tendência a progradação (segmentos 3, 5, 7, 13, 15 e 18). Estes segmentos estão localizados entre a praia do Pontal e a praia do Meio (Segmento 3), entre praia do Meio e a praia de Upanema (segmento 5), na praia de Upanema (segmento 7), na praia de Morro Pintado (segmento 13), na praia de São Cristóvão (segmento 15) e na praia de Ponta do Mel (segmento 18).



Fig. 7 Percentuais da sensibilidade de erosão, do nível de urbanização e do potencial de prejuízos econômicos ao longo da linha de costa

Já os segmentos que tem médio potencial de prejuízos econômicos são caracterizados por possuírem tendência de retrogradação e tem baixo nível de urbanização. Os segmentos que possuem essas características são: 1 (localizado na praia do Pontal), 8 (praia de Upanema), 11 (praia da Baixa Grande), 14 (compreende parte da praia de Morro Pintado, toda a extensão da praia de Redonda e parte da praia de São Cristóvão), 16 (praia de São Cristóvão e parte da praia de Ponta do Mel) e 20 (parte da praia de Ponta do Mel). Por último, nos segmentos que possuem alto potencial de prejuízos econômicos existe uma tendência de retrogradação e tem uma alta densidade de urbanização. Os seguimentos identificados com as características anteriores são: 4 (praia do Meio), 6 (praia de Upanema), 9 (Barra de Upanema), 10 (parte da praia da Baixa Grande), 17 e 19 (praia de Ponta do Mel).

Tabela 3: Estimativa do potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira para Areia Branca (RN)

Segmento	Sensibilidade de à erosão	Nível de urbanização	Potencial de prejuízos econômicos
1	Muito alta (4)	Baixo (1)	Médio (4)
2	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (1)
3	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (1)
4	Muito alta (4)	Alto (3)	Alto (12)
5	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)
6	Muito alta (4)	Alto (3)	Alto (12)

7	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (1)
8	Muito alta (4)	Baixo (1)	Médio (4)
9	Alta (3)	Alto (3)	Alto (9)
10	Muito alta (4)	Alto (3)	Alto (12)
11	Muito alta (4)	Baixo (1)	Médio (4)
12	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (1)
13	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)
14	Muito alta (4)	Baixo (1)	Médio (4)
15	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)
16	Muito alta (4)	Baixo (1)	Médio (4)
17	Muito alta (4)	Alto (3)	Alto (12)
18	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)
19	Muito alta (4)	Alto (3)	Alto (12)
20	Muito alta (4)	Baixo (1)	Médio (4)

Discussão

No ponto A, Silva et al. (2015) também observaram, para o trecho da praia do Pontal, no período de 1987 até 2014, a prevalência do processo de erosão sobre a acreção, onde estes processos produziram uma forma semelhante a atual. Já para o ponto B, trecho que compreende a praia do Meio, a situação de um relativo equilíbrio, observado nos resultados, é endossada por um estudo, que fez uma análise em períodos: 1987-1991 (prevalência da acreção); 1991-2001 (prevalência da erosão); 2001-2011 (prevalência da acreção); e, 2011-2014 (prevalência da erosão),

portanto, explicita uma alternância da supremacia, ora do processo de acreção ora do de erosão (Silva et al. 2015). Em outro estudo, no ponto **C**, trecho da praia de Upanema foi constatada a prevalência do processo de acreção em dois períodos (1987-1991 e 1991-2001), já a erosão sobressai em outros dois períodos (2001-2011 e 2011-2014) (Silva et al. 2015). Os resultados destes autores corroboram com a observação da tendência atual de superioridade da retrogradação percebida no presente estudo para o trecho **C**.

Os trechos **A**, **B** e **C** estão localizados próximos ou na foz do Rio Apodi-Mossoró. Em uma análise multitemporal da linha de costa desta foz, do ano de 1986 até 2009, foram constatadas taxas máximas de erosão e acreção de 17 m/ano e 17,67 m/ano, respectivamente, além disso, os valores máximos, em comprimento, da ação da erosão foram de 96 m e da acreção de 100 m (Boori et. 2010). Já em um estudo no intervalo de 2003 e 2010, é possível observar, visualmente, que um trecho entre a praia do Meio e a praia de Upanema sofreu transformações significativas com relação ao recuo e avanço da linha de costa, onde as taxas de erosão e acreção máximas são de 313,39 e 80,06 m/ano, respectivamente, para a foz do Rio Apodi-Mossoró (Boori et. 2012). Os resultados destes autores, para a foz do Rio Apodi-Mossoró, permitem observar que os trechos **A**, **B** e **C** estão inseridos em uma área onde a ação do processo de erosão e acreção são significativos, portanto, os resultados constados pelo presente estudo são plenamente possíveis de ocorrerem.

No ponto **D**, trecho corresponde a Barra de Upanema, em uma análise por períodos, Silva et al. (2015) observaram a predominância do processo de acreção nos períodos de 1987-1991 e 1991-2001, já a erosão prevaleceu para o período de 2001-2011 e 2011-2014. Ou seja, esses dois últimos períodos corroboram com a confirmação da tendência atual de retrogradação para o trecho **D**.

Para o ponto **E**, trecho que abrange a praia da Baixa Grande, também foi percebido uma tendência de retrogradação em uma análise de 1987-2014, principalmente, nos dois últimos períodos, 2001-2011 e 2011-2014 (Silva et al. 2015). Todavia, em outro estudo, mediante levantamentos de perfis de praia, realizados entre os meses de abril a dezembro de 2003, constatou uma relativa estabilidade da morfologia praial, com exceção dos meses de julho e outubro caracterizados pela perda de sedimentos (Rogerio 2004). Essa discrepância, entre o resultado do estudo de Rogerio (2004) e o presente resulta, muito provavelmente, da diferença temporal e da ausência de um monitoramento contínuo desses perfis.

Vale ressaltar que, nos pontos **G** e **H**, trechos que correspondem às praias de São Cristóvão e de Ponta do Mel, respectivamente,

possuem lineamentos estruturais, de direção NW-SE, que exercem um importante controle na fisiografia da linha de costa (Maia and Bezerra 2014).

Com relação aos principais fatores e causas da erosão costeira no Estado do Rio Grande do Norte são elencados os seguintes: a) a dinâmica de circulação costeira, b) a evolução holocênica da planície costeira, c) o suprimento naturalmente ineficiente de sedimentos, d) a construção de estruturas rígidas, e) fatores tectônicos (Vital et., 2006).

O potencial médio (65,4%) de prejuízos econômicos face à erosão costeira que prevaleceu para a costa de Areia Branca (RN) foi superior ao observado em outros estudos, por exemplo, na Costa das Baleias (BA), prevalência de baixo potencial de prejuízos (58,53%) (Santos et al. 2007); na Costa do Descobrimento (BA), supremacia de baixo potencial de prejuízos (60%) (Silva et al. 2007); e, na Costa do Cacau (BA), predomínio de baixo potencial de prejuízos (48,78%) (Nascimento et al. 2013).

Vale lembrar que esse potencial pode vir a aumentar em cenários de elevação do nível do mar, haja vista, a vulnerabilidade do litoral Setentrional do Rio Grande do Norte (Muehe 2010) e, principalmente, porque a foz do Rio Apodi-Mossoró é considerada de risco natural médio a alta, a inundação, no caso dessa elevação (Tessler 2008). Um exemplo de como essa elevação de nível do mar pode interferir na zona costeira, é o cenário de subida de 10 m, desse nível, na região da foz do Rio Apodi-Mossoró, onde uma área de 362,81 Km² (26,43%), do total dessa foz seria inundada (Boori et al. 2012). Ainda, para essa foz, foram determinadas as seguintes porcentagens para as classes de vulnerabilidade à elevação do nível do mar: alta, 14,17%, e muito alta, 8,26%, acrescentado a isso, as áreas a serem modificadas, em cenários de elevação do nível do mar, podem variar de 225,2 Km² a 397,4 Km² nos níveis de inundação de 1 m e 10 m, respectivamente (Boori et al. 2010).

Uma medida para diminuir o potencial de prejuízos econômicos é a determinação de uma faixa de proteção na zona costeira. Esta deve ser determinada com base na abrangência espacial do processo morfodinâmico atual (tendência erosiva) e da elevação do nível do mar (Muehe 2001). Outras medidas também podem ser adotadas tais como: o engordamento de praia (Proença et al. 2011), a construção de esporões, quebra mares e recifes artificiais submersos (Van Rijn 2011).

Conclusão

O potencial de prejuízos econômicos causados pela erosão costeira em Areia Branca (RN) é classificado como médio e pode vir a aumentar com

a especulação imobiliária e a construção de fato na zona costeira que, por conseguinte, aumentará o nível de urbanização dessa área alterando o valor do potencial de danos econômicos. Outra variável que poderá interferir nesse potencial é uma eventual elevação do nível do mar que, como resultado, poderá aumentar os trechos erodidos.

A utilização da metodologia desenvolvida por Grigio et al. (2005) permitiu uma melhor consistência na determinação da sensibilidade de erosão da linha de costa. Assim, a inserção da metodologia anteriormente citada, dentro da que determina o potencial de prejuízos econômicos (Santos et al. 2007), possibilita uma melhor precisão na determinação dos prejuízos econômicos costeiros em face da erosão da linha de costa pelo fato dela determinar o caráter do comportamento desse processo em longo prazo.

A metodologia apresentada, em consonância com o aperfeiçoamento aqui proposto, pode ser utilizada em todos os tipos de ambientes costeiros do mundo, haja vista, a configuração fisiográfica da linha de costa não ser um fator que impeça a aplicação desse procedimento metodológico. Desse modo, a presente metodologia pode ser considerada um importante instrumento para governos por causa das informações por ela levantadas serem relevantes para os planejamentos da ocupação costeira. Outro ponto importante é o baixo custo envolvido na sua utilização já que o uso de sistemas de informações geográficas, mediante softwares livres, em conjunto com imagens de satélites gratuitas possibilitam sua execução, permitindo, assim, sua fácil aplicabilidade.

Existe, ainda, a necessidade da concepção e de um aprimoramento contínuo das metodologias que visem terminar a sensibilidade de erosão da linha de costa, bem como para determinar o potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira. Existe também a necessidade de aprimoramento na metodologia que determina a densidade de urbanização.

Agradecimentos

Ao Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte pelo apoio logístico.

Referências

- Alexandrakis G, Manasakis C, Kampanis NA (2015) Valuating the effects of beach erosion to tourism revenue. A management perspective. *Ocean & Coastal Management* 111:1–11
- Araripe PT, Feijó F (1994) Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS* 8:127-141
- Amaro VE, Gomes LRS, Lima FGF, Scudelari AC, Neves CF, Busman DV, Santos ALS (2014)

- Multitemporal analysis of coastal erosion based on multisource satellite images, Ponta Negra beach, Natal City, Northeastern Brazil. *Marine Geodesy* 38:1–25
- Boak EH, Turner IL (2005) Shoreline definition and detection: review. *Journal of Coastal Research* 21: 688–703
- Boori MS, Amaro VE, Vital H (2010) Coastal ecological sensitivity and risk assessment: a case study of sea level change in Apodi River (Atlantic Ocean), Northeast Brazil. *International Journal of Environmental and Earth Sciences* 1: 127–136
- Boori MS, Amaro VE, Ferreira ATS (2012) Coastal risk assessment and adaptation of the impact of sea-level rise, climate change and hazards: a RS and GIS based approach in Apodi-Mossoró estuary, Northeast Brazil. *International Journal of Geomatics and Geosciences* 2:815–832
- Camfield FE, Morang A (1996) Defining and interpreting shoreline change. *Ocean & Coastal Management* 32:129–151
- Costa DFS, Silva AA, Medeiros DHM, Lucena Filho MA, De Medeiros Rocha R; Lillebo AI, Soares AMVM (2013) Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salinera no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil). *Sociedade e Natureza* 25:21–34
- Crowell M, Leatherman SP, Buckley MK (1993) Shoreline change rate analysis: long term versus short term data. *Shore and Beach* 61:13–20
- Dolan R, Hayden B, Heywood J. (1978) A new photogrammetric method for determining shoreline erosion. *Coastal Engineering* 2:21–39
- ESRI Environmental Systems Research Institute (2011) Software ArcGis Desktop, license type Arcinfo, version 10.1
- Fairbridge RW (2004) Classification of Coasts. *Journal of Coastal Research* 20:155–165
- Google (2016) Google Earth 7
- Grigio AM, Amaro VE, Vital H, Diodato MA (2005) A method for coastline evolution analysis using GIS and Remote Sensing: a case study from the Guamaré City, Northeast Brazil. *Journal of Coastal Research* 42:412–421
- INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1984) Image of the Landsat 5 satellite, TM sensor. Bands 1, 2, 3, 4, 5 and 7. Orbit/point 215/64
- INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2015) Software SPRING 5.3
- McFeeters SK (1996) The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing* 17:1425–1432

- Maia RP, Bezerra FHR (2014) Inversão neotectônica do relevo na Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 15:61–74
- Mancini F, Dubbini M, Gattelli M, Stecchi F, Fabbri S, Gabbianelli G (2013) Using unmanned aerial vehicles (UAV) for high-resolution reconstruction of topography: the structure from motion approach on coastal environments. *Remote Sensing* 5:6880–6898
- Moore LJ (2000) Shoreline mapping techniques. *Journal of Coastal Research* 16:111–124
- Medeiros WDA, Cunha L, Almeida AC (2012) Riscos ambientais no litoral: estudo comparativo Brasil-Portugal. *Cadernos de Geografia* 30:107–115
- Muehe D (2001) Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 2:35–44
- Muehe D (2010) Brazilian coastal vulnerability to climate change. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 5:173–183
- Nascimento L, Bittencourt ACSP, Santos AN, Dominguez JML (2013) Potencial de prejuízos econômicos em função da densidade de urbanização e da sensibilidade à erosão costeira na Costa do Cacaú – Bahia. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 14:261–270
- Ojeda Zújar J (2000) Métodos para el cálculo de la erosión costera. Revisión, tendencias e propuesta. *Boletín de la Asociación Geógrafos Españoles* 30:103–118
- Ojeda Zújar J, Díaz Cuevas MP, Prieto Campos A, Álvarez Francoso JI (2013) Línea de costa y sistemas de información geográfica: modelo de datos para la caracterización de indicadores en la Costa Andaluza. *Investigaciones Geográficas* 60:37–52
- Pessoa Neto OC, Soares UM, Silva JGF, Roesner EH, Florencio CP, Souza CAV (2007) Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS* 15:357–369
- Proença B, Oliveira FSBF, Sancho F (2011) Coastal erosion management in Algarve (Portugal) – a beach nourishment case study. *Journal of Coastal Research* 61:328–334
- Rogério APC (2004) Caracterização Geológica e Geomorfológica do Município de Areia Branca/RN, com Vistas à elaboração do Mapa de Sensibilidade ao Derramamento de Óleo. Monograph, Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- Santos NA, Bittencourt ACSP, Nascimento L, Dominguez JML (2007) A ocupação urbana na orla da Costa das Baleias, Estado da Bahia. Susceptibilidade a danos econômicos em função da dinâmica costeira. *Revista Geociências* 26:173–180
- Silva IR, Bittencourt ACSP, Dominguez JML, Mello e Silva SB (2007) Potencial de danos econômicos face à erosão costeira relativo às praias da Costa do Descobrimento – litoral sul do Estado da Bahia. *Revista Pesquisas em Geociências* 34:35–44
- Silva MT, Grigio MA, Carvalho RG, Medeiros WDA, Paranhos Filho AC (2015) Variação da linha de costa na região da foz do rio Apodi-Mossoró por sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física* 8:967–980
- Silva R, Martínez ML, Hesp PA, Catalan P, Osorio AF, Martell R, Fossati M, Silva, GM, Mariño-Tapia I, Pereira P, Cienguegos R, Klein A, Govaere G (2014) Present and future challenges of coastal erosion in Latin America. *Journal of Coastal Research* 71:1–16
- Tessler MG (2008) Potencial de risco natural. In: Icolodi JL, Zamboni A (Orgs) *Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil*. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Brasília pp 93–120
- USGS. U. S. Geological Survey (2016) Image of the Landsat 8 satellite, OLI sensor. Bands 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 9. Orbit/point 215/64
- Van Rijn LC (2011) Coastal and erosion. *Ocean & Coastal Management* 54: 867–887
- Vital H, Amaro VE, Silveira IM (2006) Coastal erosion on the Rio Grande do Norte state (northeastern Brazil): causes and factors versus effects and associated processes. *Journal of Coastal Research* 39:1307–1310

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos resultados e análises apresentados podem-se fazer as seguintes considerações:

Capítulo I

- O município de Areia Branca não possui uma grande variabilidade de classes do ambiente físico, contudo, o planejamento desse município deve ser feito principalmente porque classes como a caatinga, dunas e manguezais são relevantes na diversidade do ambiente.
- Os mapas de Geodiversidade Múltipla e Geodiversidade Múltipla Ponderada podem ser utilizados de forma didática como suporte a tomada de decisão, nas audiências públicas, para o zoneamento de áreas nos planos diretores.
- O cruzamento do mapa do Macrozoneamento do Plano Diretor com o mapa de geodiversidade múltipla ponderada explicita informações importante como a localização das classes com maiores valores (praias, dunas fixas e dunas móveis) para essa geodiversidade estão inseridas em áreas protegidas ou que promovam o uso sustentável.
- O conhecimento da diversidade de ambientes de uma área (geodiversidade), em conjunto com as potencialidades e fragilidades são informações necessárias para um bom ordenamento e planejamento do território que contribui para conceber e/ou revisar um plano diretor.

Capítulo II

- É classificado como médio o potencial de prejuízos econômicos de Areia Branca. Esse panorama pode ser alterado com uma maior ocupação da zona costeira e uma possível subida do nível do mar.
- Compreender o comportamento da linha de costa e a susceptibilidade da erosão costeira é relevante para a formulação e/ou revisão de planos diretores, haja vista, esse instrumento zonedar o uso e ocupação nessa região.
- A metodologia desenvolvida por Grigio et al. (2005) permite determinar o comportamento da linha de costa em longo prazo o que contribui para superar a

limitação da proposta de determinar o potencial de prejuízos econômicos face à erosão costeira de Silva et al., (2007).

- Há a necessidade da concepção de metodologias para determinar a sensibilidade da erosão costeira, bem como as implicações dessa erosão em outros segmentos socioambientais.

A utilização dos dois estudos em conjunto é de grande relevância para o planejamento de municípios costeiros. Isto porque a geodiversidade proporciona conhecer a diversidade de ambientes, suas potencialidades e fragilidades e áreas prioritárias para a preservação. Já a compreensão do comportamento da linha de costa e dos potenciais de prejuízos econômicos face à erosão costeira auxilia no planejamento do uso e ocupação.

REFERÊNCIAS

- ABSY, M. L.; ASSUNÇÃO, F. N. A.; FARIA, S. C. (Org.). **Avaliação de impactos ambientais: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. Brasília: IBAMA, 1995
- ALMEIDA, J. R. et al. **Planejamento Ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro: uma necessidade, um desafio**. 2° ed. Rio de Janeiro: Thex Ed, 1999.
- ANTONELLO, I. T. Potencialidade do planejamento participativo no Brasil. **Sociedade e Natureza**. v. 25, p. 239-254, 2013.
- BRANDÃO, R. L. Regiões Costeiras. In: CPRM. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para compreender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro, 2008. p. 89-98.
- BRASIL. **Constituição Federal do Brasil**. Brasília, 1988.
- BRASIL. **Lei de nº 10.257**. Brasília, 2001.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- DIEGUES, A. C. S. **Ecologia humana e planejamento de áreas costeiras**. São Paulo: NUPAUB-USP, 1996.
- FREITAS, M. A. P. **Zona Costeira e Meio Ambiente: aspectos jurídicos**. Curitiba: Juruá, 2008.
- FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA. **Plano Diretor passo a passo**. São Paulo: FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA, 2005.
- MÉNDEZ VERGARA, E. Ordenamiento territorial-ambiental: desarrollo responsable y sostenible. **Revista Geográfica Venezolana**. v. 41, p. 281-301, 2000.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Diretor Participativo: guia para elaboração pelos municípios e cidadãos**. Brasília: MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004.
- MUEHE, R. Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil. **Mercator**, vol. 4, núm.7, pp. 97-110. 2005.
- NASCIMENTO, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; SANTOS, A. N.; DOMINGUEZ, J. M. L. Potencial de prejuízos econômicos em função da densidade de urbanização e da sensibilidade à erosão costeira na Costa do Cacau – Bahia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 14, p. 261-270.
- SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: Teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, A. N; BITTENCOURT, A. C. S. P; NASCIMENTO, L; DOMINGUEZ, J. M. L. A ocupação urbana na orla da Costa das Baleias, Estado da Bahia. Susceptibilidade a danos econômicos em função da dinâmica costeira. **Geociências**. v. 26, n° 2, 173-180. 2007.

SILVA, I. R; BITTENCOURT, A. C. S. P; DOMINGUEZ, J. M. L; MELLO E SILVA, S.B. Potencial de danos econômicos face à erosão costeira relativo às praias da Costa do Descobrimento – litoral sul do Estado da Bahia. **Revista Pesquisas em Geociências**. v. 34, n° 1, 35-44. 2007.

XAVIER, R. **O Gerenciamento Costeiro no Brasil e a Cooperação Internacional**. Brasília: IPRI, 1994.

XAVIER-DA-SILVA, J; PERSSON, V. G; LORINI, M. L; IERVOLINO, P; RIBEIRO, M. F; ABDO, O; COSTA, A. J. S. T; BERGAMO, R. B. A. Índices de geodiversidade: aplicações de SGI em estudos de Biodiversidade. In: GARAY, I; DIAS, B. F. S. (Orgs.). **Conservação da Biodiversidade em ecossistemas tropicais**: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

ANEXO I

Normas para publicações na Revista Brasileira de Geografia Física

Diretrizes para Autores

Preparação de originais

Os **ARTIGOS, REVISÕES DE LITERATURA** e **NOTAS CIENTÍFICAS** devem ser encaminhados, exclusivamente, via Online, editados nos idiomas Português ou Inglês. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 (210 x 297 mm), com margens ajustadas em 2cm (superior, inferior, esquerda e direita), texto em duas colunas, espaçamento simples entre linhas, indentação de 1,25 cm no início de cada parágrafo, fonte Times New Roman, tamanho 11 em todo o texto. Os títulos devem estar em fonte 12 e os subtítulos (quando existirem) devem estar em itálico. O manuscrito deve ser submetido formatado seguindo modelo dos artigos publicados no último volume da RBGF publicado online.

Todas as Figuras (imagens e/ou gráficos) devem ser incluídas no corpo do texto e também submetidas em separado e isoladamente (uma a uma) em documentos suplementares. As figuras para documentos suplementares devem possuir 300dpi.

O número mínimo de páginas será de 15 para Artigos, 20 para Revisão de Literatura e 8 para Nota Científica, incluindo tabelas, gráficos e ilustrações. Um número mínimo de páginas diferente das quantidades recomendados pela revista serão aceitos apenas mediante consulta prévia ao Editor Chefe.

Os **Artigos, Revisões de Literatura** ou **Notas científicas** deverão ser iniciados com o título do trabalho e, logo abaixo, os nomes completos dos autores, com o cargo, o local de trabalho dos autores e endereço eletrônico. A condição de bolsista poderá ser incluída. Como chamada de rodapé referente ao título, deve-se usar número-índice que poderá indicar se foi trabalho extraído de tese, ou apresentado em congresso e entidades financiadoras do projeto.

O **ARTIGO** deverá conter, obrigatoriamente, os seguintes tópicos: **Título; Resumo; Palavras-chave; Abstract; Keywords; Introdução** com revisão de literatura e objetivos; **Material e Métodos; Resultados, Discussão; Conclusão, Agradecimentos e Referências**. Os capítulos de **Resultados** e **Discussão** poderão ser inseridos juntos ou em separado no artigo.

Agradecimentos devem aparecer sempre antes das **Referências**. Todos estes tópicos devem ser escritos com apenas a primeira letra maiúscula, fonte Times New Roman, tamanho 11 e negrito, com exceção do **TÍTULO** que deverá estar em tamanho 12 e apenas com a primeira letra das principais palavras em maiúscula, por exemplo: ";;;;;Estrutura do Componente Lenhoso de uma Restinga no Litoral Sul de Alagoas, Nordeste, Brasil (Structure of the Woody Component of a Restinga on the South Coast of Alagoas, Northeastern Brazil)";;;;;, com exceção dos nomes científicos e autores das espécies.

A **REVISÃO DE LITERATURA** deverá conter os seguintes tópicos: **Título; Resumo; Palavras-chave;**

Abstract; Keywords;Introdução; Desenvolvimento; Conclusão;

Agradecimentos e Referências. Os **Agradecimentos** devem aparecer antes das**Referências**.

A **NOTA CIENTÍFICA** deverá conter os seguintes tópicos: **Título; Resumo; Palavras-chave; Abstract; Keywords;** Texto (sem subdivisão, porém com **Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão** (podendo conter Tabelas ou Figuras);**Conclusão; Agradecimentos e Referências**. Os **Agradecimentos** devem aparecer antes das referências. **As seções devem ser constituídas de: TÍTULO** – apenas com a primeira letra em maiúscula, deve ser conciso e indicar o seu conteúdo. O(s) nome(s) do(s)

autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios, etc.).

Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Os Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer E-mail para correspondência.

Os **RESUMO** e **ABSTRACT** devem conter no máximo 250 palavras, escritos no seguinte formato estruturado: Motivação do estudo (porque o trabalho foi realizado, quais as principais questões a serem investigadas e porque isso é importante para o público da RBGF), Métodos (texto explicativo dos métodos utilizados para a realização do estudo), Resultados (principais resultados obtidos) e Conclusões (afirmativas curtas que respondam os objetivos apresentados na Introdução). Serão seguidos da indicação dos termos de indexação, diferentes daqueles constantes do título. A tradução do **RESUMO** para o inglês constituirá o **ABSTRACT**, seguindo o limite de até 250 palavras. Ao final do **RESUMO**, citar até cinco **Palavras-chave**, à escolha do autor, em ordem de importância, evitando palavras no plural e abreviaturas. A mesma regra se aplica ao **ABSTRACT** em Inglês para as **Keywords**.

Resumo e Abstract NÃO devem conter citações bibliográficas.

Introdução - deve ser breve ao expor, evitando abreviaturas, fórmulas e nomes dos autores de espécies vegetais/animais:

- a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado;
- b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho, esclarecendo o tipo de problema abordado ou a(s) hipótese(s) de trabalho, com citação da bibliografia específica e finalizar com a indicação do objetivo.

Introdução NÃO deve conter Figuras, Gráficos ou Quadros.

Material e Métodos - devem ser reunidas informações necessárias e suficientes que possibilitem a repetição do trabalho por outros pesquisadores; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e Métodos**.

Resultados - devem conter uma apresentação concisa dos dados obtidos. As Figuras devem ser numeradas em sequência, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da Figura e/ou Quadro. As Tabelas devem ser numeradas em sequência, em arábico e com numeração independente das Figuras. Tanto as Figuras quanto os Quadros devem ser inseridos no texto o mais próximo possível de sua primeira citação.

Itens da Tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda. As Figuras e as Tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa (Figura e Tabela). Todas as Figuras e Tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto e ser submetidas como documentos suplementares, em separado. As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 µm), e com o número separado da unidade, com exceção de porcentagem (Ex.: 90%). Os números de um a dez devem ser escrito por extenso (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 amostras. O nome científico de espécies deve estar sempre em itálico, seguido do nome do autor.

Os títulos das Figuras, Tabelas e/ou Quadros devem ser autoexplicativos e seguir o exemplo a seguir: **Figura 1.** Localização, drenagem e limite da bacia hidrográfica do Rio Capiá. Subdivisões dentro de **Material e Métodos** ou de **Resultados** e/ou **Discussão** devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de Estudo - localiza se ...

Discussão - deve conter os resultados analisados, levando em conta a literatura, mas sem introdução de novos dados.

Conclusões - devem basear-se somente nos dados apresentados no trabalho e deverão ser numeradas.

Agradecimentos - Item obrigatório no artigo. Devem ser sucintos e não aparecer no texto ou em notas de rodapé.

Referências - Seguir instruções abaixo.

Citação no texto

Todas as referências citadas no texto devem também está presente na lista de referências e vice-versa.

As citações podem ser feitas diretamente ou entre parênteses

Segundo Pimentel (2013), ...

Moura (2012) e Galvínio (2014) constataram...

Galvínio e Moura (2012), trabalhando com ...,

Galvínio et al. (2004) constataram...

No final ou no meio de uma sentença

(Pimentel, 2013)

(Galvínio e Moura, 2012)

(Galvínio et al., 2004)

Grupos de referências devem ser listadas em ordem cronológica

...como demonstrado por alguns autores (Galvínio et al., 2004; Galvínio e Moura, 2012; Pimentel, 2013).

Referências:

Periódicos

Autor, Ano. Título. Periódico volume, páginas.

Foley, J.A., Botta, M.T., Coe, M.H.C., 2002. The el niño/southern oscillation and the climate, ecosystems and rivers of amazon. *Global Biogeochemical Cycles* 2, 1-5.

Periódicos eletrônicos

Autor, Ano. Título. Periódico [Online] volume. Disponível: URL. Acesso: Dat.

Amanajás, J.C., Braga, C.C., 2012. Padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia oriental utilizando análise multivariada. *Revista Brasileira de Meteorologia [online]* 27. Disponível: [http:// dx.doi. org/ 10.1590/ s0102 – 77862012000400006](http://dx.doi.org/10.1590/s0102-77862012000400006). Acesso: 23 jun. 2014.

Livro

Autor, Ano. Título, edição. Editora, Cidade. Sem número de páginas.

Mota, S., 2008. *Gestão Ambiental de Recursos Hídricos*, 3 ed. ABES, Rio de Janeiro.

Capítulo de livro

Autor, Ano. Título do capítulo, in: Editores (Eds.)/(Org.), Título do livro. Editora, Cidade, pp. Páginas.

Oliveira, T.H., Galvêncio, J.D., Silva, B.B., 2012. Balanço de radiação e de energia, in: Galvêncio, J.D. (Org.), Sensoriamento Remoto e Análise Ambiental. 1 ed. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 31-37.

Tese

Autor, Ano. Título. Tese (Doutorado). Cidade, Instituição. Sem número de páginas.

Obregon, G., 2001. Dinâmica da variabilidade climática da precipitação sobre a América do sul. Tese (Doutorado). São José dos Campos, INPE.

Leis

Entidade, Ano. Lei.

BRASIL, 1993. Lei nº 8629, de 25 de fevereiro.

Normas

Sigla. Entidade, Ano. Título. Cidade.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2002. NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro.

Instituição

Sigla. Entidade, Ano. Título. Cidade.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001. Caracterização de Ambientes na Chapada dos Veadeiros/Vale do Rio Paranã: uma contribuição para a Classificação Brasileira de Solos. Planaltina.

Documentos eletrônicos

Autor/Entidade, Ano. Título. Disponível: URL. Acesso: Data.

ENVI. [Environment for Visualizing Images](http://www.exelisvis.com/portals0/pdfs/envi/ClassificationTutorial.pdf), 2013. Classification tutorial. Disponível:<http://www.exelisvis.com/portals0/pdfs/envi/ClassificationTutorial.pdf>. Acesso : 13 set. 2013.

Matérias em jornais

Sigla. Entidade, Ano. Título. Cidade. Data.

AdUFRJ. Jornal da Seção Sindical dos Docentes da UFRJ, 2010. Na UFRJ, temporal afetou HUCFF, CT e reitoria. Rio de Janeiro. 13 abr. 2010.

Comprovante de submissão de artigo


ISSN: 1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física



[PÁGINA INICIAL](#) [SOBRE](#) [PÁGINA DO USUÁRIO](#) [PESQUISA](#) [ATUAL](#) [ARQUIVOS](#) [NOTÍCIAS](#) [UFPE](#)

[CITEFACTOR](#) [SJIF](#)

[Página inicial](#) > [Usuário](#) > [Autor](#) > [Submissões](#) > #1639 > **Avaliação**

#1639 Avaliação

[RESUMO](#) **[AVALIAÇÃO](#)** [EDIÇÃO](#)

Submissão

Autores	Maykon Targino da Silva, Alfredo Marcelo Grigio, Antonio Conceição Paranhos Filho, Luiz Tavernard de Souza Neto 
Título	A Geodiversidade como subsídio a revisão de Planos Diretores
Seção	Estudos Ambientais
Editor	Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel  Mílana Silva 

Por Pares

Rodada 1

Versão da Avaliação	1639-9993-1-RV.DOCX	2016-05-28
Iniciado		2016-06-21
Última alteração		2016-08-01
Documento transferido	Avaliador A 1639-10334-1-RV.DOCX	2016-07-07

[SISTEMA ELETRÔNICO DE EDITORAÇÃO DE REVISTAS](#)

[Ajuda do sistema](#)

USUÁRIO
 Logado como...
maykon_targino

- [Perfil](#)
- [Sair do Sistema](#)

AUTOR
 Submissões

- [Ativo \(1\)](#)
- [Arquivar \(1\)](#)
- [Nova Submissão](#)

IDIOMA
 Português (Brasil) ▼

CONTEÚDO DA REVISTA
 Pesquisa

 Todos ▼

Procurar

- [Por Edição](#)
- [Por Autor](#)
- [Por Título](#)

ANEXO II

Normas para publicações na Revista *Geo-Marine Letters*

Standard articles

For standard articles, please follow the guidelines and structure outlined below. There are no strict structure/length requirements for review articles, discussion/reply articles, prefaces to special issues, technical papers, etc.

Length: standard articles should not exceed about 12 printed pages, including Title, authors, affiliations, abstract, main text, references, tables and figures (but excluding supplementary material). One *Geo-Marine Letters* printed page accommodates about 900 words. Tables reporting raw data should be submitted as supplementary material, as should related figures.

The English should be of high quality. Choose between British and American English, and use consistently throughout. Note: avoid using the first-person singular (I) and first-person plural (we) forms.

Introduction

Physical setting (if not already addressed in the Introduction)

Materials and methods (or Methods)

Results: minimise citation of published work

Discussion (or Discussion and conclusions): presents an interpretation of the results and their significance with reference to published work. Plain repetition of the Results section must be avoided

Conclusions (if not already combined with the Discussion): this is not a summary (cf. the Abstract serves this purpose) but rather focuses on the implications of the main findings

Acknowledgements

References: presents only published/filed works cited in the main text. These are listed alphabetically (multi-author articles: first author only) and then in order of first appearance (In the main text, references are cited by author and year, in order of first appearance and then alphabetically for one/two-author articles, followed by multi-author articles: e.g. Smith 1994, 2005a, 2005b; Jones 1996; Anton and Smith 1996; Jones et al. 1996; Anton et al. 2001)

Figure captions

Tables (each preceded by a legend)

Artwork: in preparing the figures, the journal printed page size should be kept in mind: double-column page: the column width is about 8.5 cm; the available page print area is of 17.5 cm width by 23.0 cm length. Note that figures will be printed upright (not in landscape). Ensure that all lettering (etc.) is clearly visible within the across-page or, for smaller figures, in the across-column format.

File formats: the text should be submitted in an editable Word format, and the figures each in separate files of common graphic formats. Figures containing figure parts: annotate these as a, b, c, etc., and combine into a single file for a given figure.

Electronic supplementary material should be submitted as high-quality pdf files. Note that supplementary tables and figures are to be numbered independently of their counterparts in the main article.

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to

second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329

Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure*. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal’s name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see.