

## **Geotecnologias como ferramenta de estratégia no contexto do conhecimento geográfico: uma abordagem acerca da Geodiversidade na Ilha do Maranhão**

### **Geotechnologies as a strategy tool in the context of geographical knowledge: an approach about Geodiversity in the Island of Maranhão**

Izani Gonçalves dos Santos<sup>1</sup>

Isaias Pereira da Silva<sup>2</sup>

José Aquino Junior<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).  
izani.gds@gmail.com

<sup>2</sup> Graduando do Curso de geografia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).  
isaiaissilva158@gmail.com

<sup>3</sup> Professor do Curso de Geografia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFMA) e Saúde e Ambiente (UFMA). Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).  
zeaquinoju@gmail.com

**Resumo:** Cada vez mais as geotecnologias se inserem em cenários inter e multidisciplinar no Ensino e Conhecimento Geográfico, e mostraram-se imprescindíveis também para as outras ciências. Isso em virtude, das mesmas serem um recurso bastante eficiente e eficaz para representar as transformações e (co)relações espaciais, ambientais e socioeconômicas de um espaço vivido, além de representar também aspectos somatórios no que tange a potencialidades ou fragilidades de um território. No tocante as geodiversidades, as técnicas de geoprocessamento são ótimas para observar e analisar as potencialidades do meio físico/geográfico de uma região. Neste sentido, objetivou-se neste artigo uma análise sobre o uso das geotecnologias direcionadas para as geodiversidades, com procedimentos metodológicos exploratórios, derivados da proposta pedagógica da aplicabilidade do sensoriamento remoto no curso de Geografia (UFMA), no ano de 2017, utilizando como parâmetro para as geodiversidades, o uso do solo da Ilha do Maranhão. Trata-se de uma pesquisa em andamento e de caráter dedutivo. Conclui-se que a partir da representação do uso do solo da Ilha do Maranhão as geotecnologias são imprescindíveis para o planejamento das suas geodiversidades sendo um instrumento somatório para prevenir riscos ambientais, promover melhores ocupações do solo tendo em vista seus aspectos físicos- ambientais, e melhor qualidade de vida.

**Palavras-chave:** geodiversidades; sensoriamento remoto; geografia.

**Abstract:** Increasingly, geotechnologies are inserted in inter- and multidisciplinary scenarios in Geographical Knowledge and Teaching, and have proved essential for other sciences as well. This is because they are a very efficient and effective resource to represent the transformations and (co) spatial, environmental and socioeconomic relations of a lived space, as well as represent summative aspects regarding the potentialities or fragilities of a territory. With respect to geodiversities, geoprocessing techniques are great for observing and analyzing the potentialities of the physical / geographical environment of a region. In this sense, the objective of this article was to analyze the use of geotechnologies

geodiversities, with exploratory methodological procedures derived from the pedagogical proposal of the applicability of remote sensing in the Geography course (UFMA), in the year 2017, using as a parameter for the geodiversities, the use of the soil of the Island of Maranhão. This is a research of a deductive nature. It is concluded that from the representation of the use of the soil of the Island of Maranhão the geotechnologies are unpredictable for the planning of its geodiversities being a summation instrument to prevent environmental risks, to promote better occupations of the soil considering its physical-environmental aspects, and better quality of life.

**Keywords:** geodiversidades; remote sensing; geography.

Artigo recebido em 29/10/2019 e aceito em 17/06/2020.

## 1. INTRODUÇÃO

“O uso de geotecnologias e seus mais diversos métodos de análise permitem uma vasta aplicação nos ramos das ciências, sendo uma ferramenta muito útil no Ensino de Geografia, em seus diversos níveis.” (AGUIAR, 2013, p. 54). Representando que cada vez mais a inserção das geotecnologias em cenários inter e multidisciplinar no conhecimento Geográfico, tal como para as outras ciências. Isso em virtude, das geotecnologias serem um recurso bastante eficiente e eficaz para representar e analisar as transformações e (co)relações espaciais, ambientais e socioeconômicas de um espaço vivido.

“Pois quando estudamos diversos fenômenos através da localização e distribuição de eventos, percebemos que ocorrem baseados nas transformações do espaço.” (PASSO et al. 2015, p. 3678). E caracterizado pela sua expressiva capacidade de transformar o espaço-paisagem, aliado a sua racionalidade, a disseminação do conhecimento-aprendizagem e a sua adaptação ao meio Homem tornou-se um ser cosmopolita. Do qual, cada vez mais vem se apropriando das geodiversidades do planeta, isto é, representando uma espécie de “pegada antropogênica” sobre as geodiversidades.

Assim, entender os processos dinâmicos e as mudanças naturais que ocorrem no meio, além das mudanças a partir de atividades antrópicas, causadas pela dinâmica demográfica, o crescimento das cidades, utilização dos recursos naturais, o solo, a água, e a cobertura da terra, [...] é facilitada *pela* utilização das técnicas de geoprocessamento, e sensoriamento remoto, que constitui um importante instrumento de planejamento, o que corrobora, para uma melhor aplicação das políticas públicas. (AGUIAR, 2013, p. 55).

Dentro deste arcabouço, as geotecnologias voltadas para a esfera ambiental, em específico, das geodiversidades, contribuem de maneira significativa na medida que são técnicas que possibilitam estratégias para o monitoramento, avaliação e analisar as potencialidades e fragilidades físico-ambiental de um território. A qual o

O geoprocessamento e suas tecnologias tem contribuído muito para a tomada de decisão na gestão e planejamento ambiental a nível federal, estadual e municipal perante os órgãos e mais variadas instituições, na resolução problemas ambientais, e na estratégia de previsão de riscos e melhoria de qualidade ambiental (ARGUIAR, 2013, p. 54 ).

Embasado neste contexto, a pedra angular da problemática desta pesquisa caracteriza-se na relevância das potencialidades das geotecnologias para desnudar importantes aspectos das geodiversidades. Já que por se trata de uma pesquisa em andamento, os próximos passos desta pesquisa é quantificar cada componente da geodiversidade da Ilha do Maranhão, utilizando um maior refinamento dos dados.

Ao passo que o objetivo deste artigo é abordar as geotecnologias no contexto do conhecimento geográfico aplicado as geodiversidades (aspectos do solo, hidrografia, cobertura vegetal, além da urbanização) com auxílio nos aspectos da proposta de aplicabilidade das geotecnologias em especial o sensoriamento remoto sobre o uso do solo da Ilha do Maranhão, no curso de Geografia da Universidade Federal do Maranhão, do ano de 2017.

### **1.1 Geodiversidade, geotecnologias e sensoriamento remoto.**

As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica. São compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* que juntas constituem poderosas ferramentas para tomada de decisão. “Entre as geotecnologias podemos destacar: sistemas de informação geográfica (*SIG*), cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e topografia georeferenciada.” (FIALHO, 2013; ROSA 2005, p.81). Que segundo Volpato et al (2008, p.1) “existe no mercado um grande número de opções de imagens de satélite, modelos de GPS e SIGs. Com uma equipe pequena, mas bem treinada, é possível realizar em semanas o trabalho que, sem o uso das geotecnologias, levaria meses.”

Desta forma as geotecnologias utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica no âmbito acadêmico e para o planejamento político-territorial. Além de serem difundidas no meio acadêmico e para o planejamento político, as geotecnologias foram incorporadas ao cotidiano das pessoas e, na sociedade globalizada, inovaram as formas de pensar”. (FIALHO, 2013, p.39).

Sendo no que tange as formas de pensar, Santos (2015) mostra-nos que as tecnologias criaram novas formas de pensar, agir e também de se comunicar. Nós nos lançamos até mais distante, a medida que vislumbramos o espaço seja qual for seu recorte, sob as novas formas de pensar e agir a partir das *geotecnologias*.

Oriundo das geotecnologias o sensoriamento remoto historicamente foi criado para designar o desenvolvimento de uma nova tecnologia de instrumentos capaz de obterem imagens da superfície terrestre a distancias remotas, deste modo o sensoriamento é contribui para os estudos e monitoramento das geodiversidades. Já que segundo Meneses et al, (2012 p.3) “sensoriamento remoto é uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto.” E em consoante com Santos, (2014, p.16) “a avaliação e o mapeamento da geodiversidade pode se tornar uma ferramenta de planejamento e gestão bastante eficiente, principalmente no que concerne à conservação da natureza e atribuições do uso das terra.”

O termo “geodiversidade” foi empregado pela primeira vez em 1993, na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre “Conservação Geológica e Paisagística”. Inicialmente, o vocábulo foi aplicado para de áreas de proteção ambiental, como contraponto a “biodiversidade”, já que havia necessidade de um termo que englobasse os elementos não bióticos do meio natural (SERRANO et al, 2007; BANDEIRA, 2013 p.11). Contudo segundo Silva et al, (2008,p.n) no Brasil o conceito de geodiversidade é atrelado ao planejamento territorial principalmente para a geoconservação. Que segundo a própria Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) “o diagnóstico do meio físico e de sua capacidade de suporte *propicia* subsidiar atividades produtivas sustentáveis.”

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/ SGB) definiram em 2006 geodiversidade como:

o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por variedade de ambientes, composição, fenômenos e

processos geológicos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turismo.

## 1.2 Geodiversidade do Maranhão

No tocante ao recorte do estado do Maranhão, este apresenta como em outros estados da federação brasileira características singulares de sua geodiversidades, em vista da abrangência das relações entre geodiversidade e biodiversidade, entre meio físico e gestão de seu território. Os solos do Estado do Maranhão em consoante com Bandeira (2013, p. 12) caracterizam-se principalmente por

Os solos do território maranhense é composto em sua maior parte, por rochas sedimentares de textura arenoargilosa, sobre as quais, em relevo plano suave ondulado e em clima tropical e equatorial (porção oriental do estado) formam-se solos profundos, com baixa fertilidade natural, excessivamente ácido e com baixa capacidade para reter nutrientes.

A configuração topográfica do relevo maranhense segundo Rios (2005) está condiciona à ação dos agentes exógenos, principalmente das águas de origem pluvial, fluvial e marinha com maior contribuição no processo sedimentar apresentando altitudes moderadas em relação ao relevo brasileiro. Já seu potencial hídrico segundo o mesmo autor Rios (2005), o Maranhão possui um enorme potencial hídrico, pois sua proximidade com a Amazônia proporciona-lhe a maior rede hidrográfica da região nordeste, com rios perenes volumes d'água sazonais, bom índices de chuvas, redes lacustres e grande litoral. Sendo notório salientar que

O Golfão Maranhense recebe os principais rios genuinamente maranhense, ou seja, Itapecuru e Munim, que deságua na Baía de São José, e no Sistema Mearim-Grajaú-Pindaré, que deságua na Baía de São Marcos. (SILVA, et al. 2015, p.11)

## 1.3 Metodologia

O presente artigo trata-se de uma discussão teórica acerca das geotecnologias no contexto do conhecimento geográfico aplicado as geodiversidades, portanto trata-se de uma pesquisa exploratória dedutiva do qual buscou-se documentos, artigos, periódicos

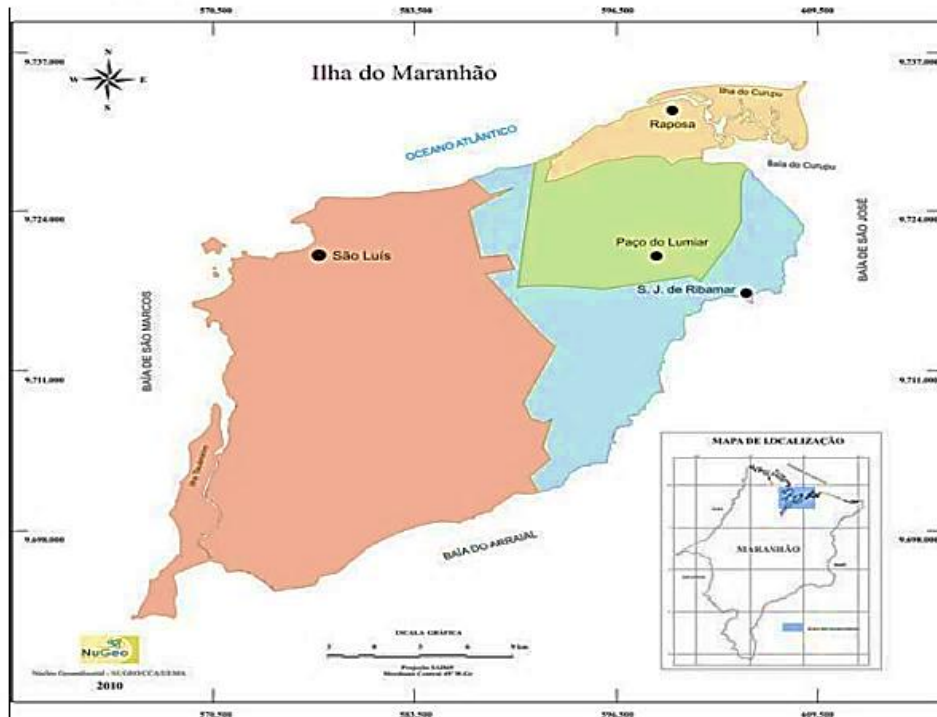
(impressos e online) para ampliar a discussão. Além de corroborar ao tripé acima, a proposta de uso do solo da Ilha do Maranhão por meio do sensoriamento remoto.

Na construção do documento cartográfico para representar o uso do solo da Ilha do Maranhão se utilizou dados georeferenciados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através de imagens dos sensores orbitais do LANDSAT SENSOR TM, respectivamente com as bandas do espectro eletromagnético 5,4,3.

Do qual amplamente a banda 3 aplica-se a diferenciação de espécies vegetais, áreas urbanas, uso do solo, agricultura e qualidade d'água; a banda 4 aplica-se ao delineamento de corpos d'água, mapeamento geológico e geomorfológico, áreas de queimadas, vegetação, no infravermelho próximo; a banda 5 aplica-se a diferenciação de nuvens e neves, medidas de umidade da vegetação. Além de utilizamos o RGB na coloração vermelha, escala de cinza verde e o azul, e o software *ArcGis 10.4*.

A área de estudo o conglomerado da Ilha do Maranhão está localizado no litoral na região norte do Estado maranhense e é composta por 4 (quatro) municípios: São Luís, São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar (Mapa 1). Apresentando um contingente populacional de 1.309.033 milhões habitantes somando os quatro municípios, no qual o município de São Luís é o que apresenta a maior concentração populacional com 1.014.837 milhões de habitantes segundo o Censo demográfico do IBGE realizado no ano de 2010.

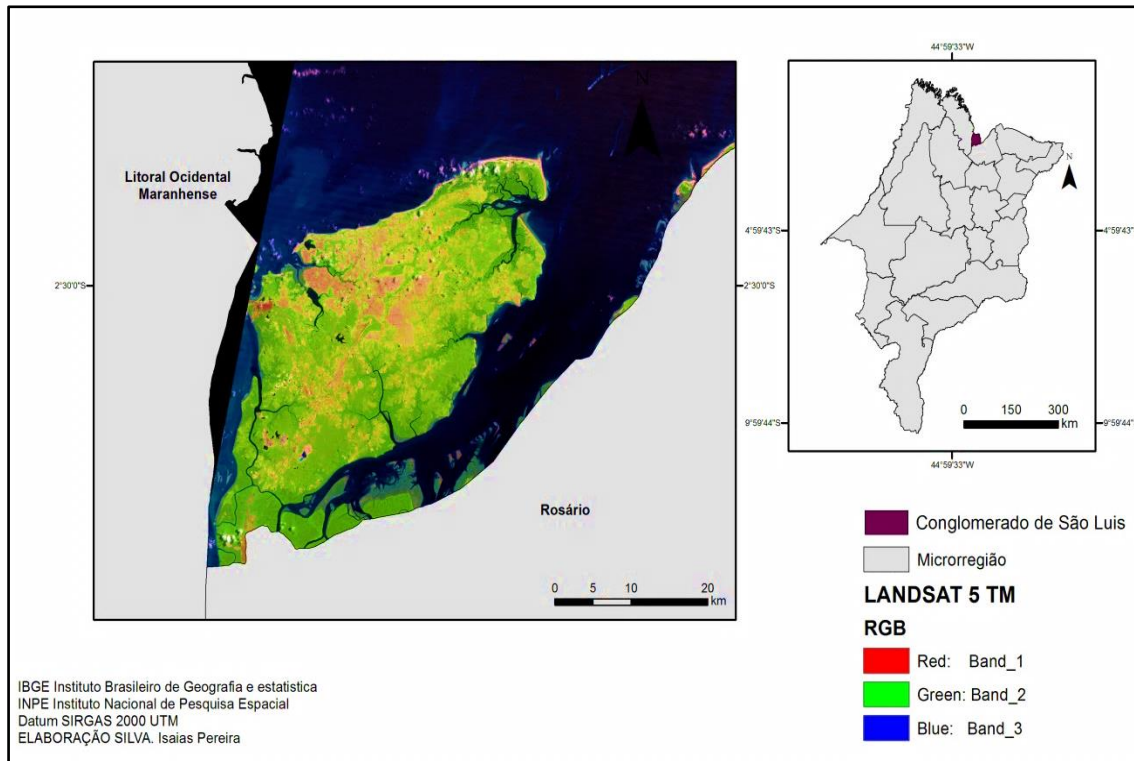
Do qual o município de São Luís apresenta uma área equivalente a 834,785 km<sup>2</sup>. IBGE (2016). e uma Densidade demográfica 1.215,69 hab/km<sup>2</sup> IBGE (2010). Já São José de Ribamar tem sua área em 388,370 km<sup>2</sup> IBGE, (2016) e sua densidade demográfica 419,82 hab/km<sup>2</sup> IBGE, (2010), Enquanto que Raposa e Paço do Lumiar apresentam suas áreas territoriais em 66,280 km<sup>2</sup> (2016) e 122,828 km<sup>2</sup> IBGE (2016) respectivamente, já as suas densidades demográficas apresentadas pelo Censo de 2010 são 397,21 hab/km<sup>2</sup> IBGE (2010) Raposa, Paço do Lumiar 855,84 hab/km<sup>2</sup> IBGE (2010).



Mapa: Localização dos Municípios da Ilha do Maranhão. Fonte: NUGEO, 2010.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A Geodiversidade presente na Ilha do Maranhão é um fator primordial para se mensurar e entender o uso e ocupação de tal região em que deve se levar em conta os aspectos geológicos, geomorfológicos, hídricos, pedológicos, climáticos e de vegetações (Mapa abaixo sobre o uso do solo da Ilha do Maranhão ) e como que estes tem uma grande influencia tanto na construção da rede urbana, rural e industrial. Pois segundo Moraes ( 2015, p.20) “ o uso do solo na Ilha do Maranhão esta intimamente ligado principalmente as atividades de mineração e a fixação de moradias no núcleo urbano.”



Mapa: Documento Cartográfico do Uso do Solo da Ilha do Maranhão. Fonte: Acervo da pesquisa. 2017.

No tocante a relação da geodiversidade e a biodiversidade, a Ilha do Maranhão possui sua cobertura vegetal composta por espécies da Amazônia Legal, do Cerrado, Palmasia (juçara, babaçu, buriti entre outros) Mangues que predominam em seu litoral. Sendo a sua composição conforme Taroco (2004) apud Pereira, et al. (2015, p.37) “a composição da vegetação do município São Luís e em geral da Ilha do Maranhão, esta associada aos condicionantes geológicos, geomorfológicos e climáticos que atuam diretamente na pedogênese local.”

Como aspecto componente das geodiversidades e observável no mapa do uso do solo da Ilha do Maranhão, o seu conjunto hidrológico é compreendido pelos rios, bacias e baías, no qual a bacia do rio Paciência segundo Pena (2006, p.n) apud Cardoso (2007, p.n) “ocupa a porção nordeste da Ilha do Maranhão, e possui partes de suas terras nos municípios de São Luís (5,43%), Paço do Lumiar (60,65 %), Raposa (16,13%) e São José de Ribamar (11,06%).”, como também a sua hidrografia é composta pelas bacias do Rio Bacanga, bacia do Rio Anil, em que tais são constituídas por uma gama de rios além das baías de São Marcos e São José.

Além de que, substanciado por Silva (2015) a estrutura geológica da Ilha do Maranhão apresenta-se bastante recortada, em parte coberta por Aluviões marinhos e



Fluviomarinhas denunciando intensa atividade eólica e oceanográfica, notadamente na costa noroeste da Ilha. A qual, por se encontra na zona costeira do Maranhão encaixa-se nos ambientes caracterizados por falésias, tabuleiros, dunas e paleodunas.

Já as características do seu substrato geológico e feições geomorfológicas a Ilha esta localizada na feição denominada de Golfão Maranhense, do qual Pereira (2006, p.65) cita que o Golfão é formado por rifteamento durante o Cretáceo (Eocretáceo Albiano), em que este se caracteriza por ser um grande complexo estuário. Segundo Pereira (2006, p.65) a sedimentação na Bacia de São Luís iniciou-se com os sedimentos do Cretáceo da Formação Itapecuru, Formação Terciário-Paleogeno, Formação Barreiras e, finalmente, pelos sedimentos recentes da Formação Aquí.

Na pedologia “os principais solos presentes na ilha do Maranhão são as areias quartzíticas marinhas e dunas, os gleissolos sálicos, o latossolo amarelo e o podzólico acinzentado.” (MARANHÃO 2002, apud SILVA 2011, p. 20,21). Em consoante com Moraes (2015, p.16)

Os sedimentos altamente intemperizados das formações Itapecuru e Barreiras atribuem aos solos da Ilha do Maranhão elevada acidez, pobreza química e limitações físicas. Tais características justificam, em parte, do baixo nível de desenvolvimento agrícola nos municípios da Ilha, uma vez que os sucessivos cultivos em áreas restritas resultam no empobrecimento ainda maior dos solos e reduzidas colheitas.

A Ilha do Maranhão esta inserida na área do semiárido nordestino que conforme a Classificação de Koppen é considerada como um clima tropical chuvoso, com estação seca de inverno, tipo Aw. E por sua vez de acordo com Juarez (2015, p.28) “[...] As estações climáticas que ocorrem na Ilha do Maranhão é o de uma estação seca ou de estiagem que prevalece entre os meses de agosto e a dezembro e uma estação chuvosa que ocorre entre os meses de janeiro a julho.”

Dessa forma o uso e ocupação da Ilha do Maranhão demonstram que discutir geodiversidade com o auxílio do Sensoriamento Remoto englobam a representação, a gestão de todos os aspectos em conjunto, isto é, aspectos físicos relacionados aos aspectos antrópicos. Que condicionam uma via de mão dupla ( influencia e influenciado) nos processos, operação de implantação dos setores empresariais,

econômicos, industriais, de tráfegos, e moradias, logo representam a expressão dos processos urbanos que vem influenciando as áreas rurais.

As ocupações aceleradas na Ilha do Maranhão sem o devido estudo das suas potencialidades e vulnerabilidades carretaram o surgimento de grandes problemas ambientais, no qual segundo Pereira (2006, p.1), discute que “o uso intensivo e não planejado do solo tem provocado vários níveis de degradação ambiental, principalmente do solo e nos recursos hídricos”.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Geotecnologias possuem um grande leque de recursos, tanto no conhecimento teórico geográfico, quanto na sua aplicabilidade prática, por este motivo cada vez mais as outras ciências buscam as ferramentas geotecnológicas. Para tanto aqui buscamos, com base no aporte teórico evidenciar a majoritária importância das ferramentas geotecnológicas em especial o Sensoriamento Remoto que aqui utilizamos para o planejamento e gestão do conjunto ambiental (Geodiversidade e Biodiversidade) no contexto territorial, bem como monitoramento, avaliação, e estudo das mesmas.

Com base na análise das geodiversidades do uso do solo da Ilha do Maranhão percebe-se que quando feita a ocupação humana sem um estudo prévio acarreta em problemas no solo alterando suas características primárias, levando-se a erosão. Além de acarretar também a degradação dos recursos hídricos, com a assoreamento dos rios, diminuição do volume de água, desmatamento ilegal que desfavorece a biodiversidade ocasionado pela ocupação de áreas protegidas.

### REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. **Geodiversidade do estado do Maranhão** / Organização. – Teresina : CPRM, 2013

AGUIAR, P. F. **Geotecnologias Como Metodologias Aplicadas ao Ensino de Geografia: Uma tentativa de integração**. Geosaberes, vol 4.ano 8 . Fortaleza- CE. 2013.

BANDEIRA, Nascimento Iris Celeste **Geodiversidade do estado do Maranhão** / Organização. – Teresina : CPRM, 2013.

FILHO, E, S. **Climatologia: Ensino e Emprego de Geotecnologias**. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 9. vol,13. Viçosa-MG. 2013.

GAMA, F. et al. **Solos e Bacias Hidrográficas da Ilha do Maranhão.**, UEMA. São Luis-MA. 2010.

IBGE. **Malhas territorial.** Disponível em: [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm). acessado em: 12.05. 2017.

INPE. **Catálogo de Imagens do INPE.** Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> Acessado em 12 de maio de 2017.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, T. de. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Embrapa Cerrados-Livros técnicos (INFOTECA-E), 2012.

MORAES, A.S. et al. cap. **Principais classes e atributos dos solo da Ilha do Maranhão.** Geografia da Ilha do Maranhão. UFMA- GEPEPE. São Luis. 2015.

PENA, P.C. R et al. **Análise da influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade da água da bacia do rio paciência/ma..** Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/2/2-710-448.html>. Acessado em. 07. 05.2018.

PEREIRA, E, D. **Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e do aquífero do Reservatório Batata** Tese de Doutorado apresentada junto ao Curso de Pós-graduação em Geociências – Área de concentração em Geociências e Meio Ambiente, UNESP. Rio Claro :, 2006.

PEREIRA, P.R.M. et al. cap. **Tipologias Vegetacionais da Ilha do Maranhão.** Geografia da Ilha do Maranhão. UFMA- GEPEPE. São Luis. 2015.

PINHEIRO, J.M.cap. **Dinâmica Climática da Ilha do Maranhão.** Geografia da Ilha do Maranhão. UFMA- GEPEPE. São Luis. 2015.

RIOS, L. **Geografia do Maranhão.** 4 ed. Edit Central dos Livros. 2005.

SANTOS, D, S. **Avaliação da Geodiversidade do Parque Estadual da Pedra Branca,** Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Quaternário, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro,,: UFRJ/ Museu Nacional, 2014.

SAUSEN, Tânia Maria. **Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais. Apostila de sensoriamento remoto INPE.** Disponível em:< <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>> Acessado em 21. 05.2017

SILVA , P.S.M, et al. cap. **Géologia e Geomorfologia da Microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís.** Geografia da Ilha do Maranhão. UFMA- GEPEPE. São Luis. 2015.

SILVA, g. da, et al. **Aspectos geomorfológicos da ilha do medo, são luís-ma.VI.** Simpósio Nacional de Geomorfologia., UFG.Goiania-Go. 2006.

Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiânia-GO. 2006.

VOLPATO, et al. **Geotecnologia aplicada à agrometeorologia**. Efeitos das mudanças climáticas na agricultura. 2008.