

ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA DA TERRA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRASIL

AZEVEDO, Bruna Rafaela Martins¹
PIGA, Fabíola Geovanna²
RODRIGUES, Taíssa Caroline Silva³
AZEVEDO, Randolpho Rocha⁴

Recebido (Received): 03-02-2018 Aceito (Accepted): 29-11-2019

Como citar este artigo: AZEVEDO, B. R. M.; PIGA, F. G.; RODRIGUES, T. C. S.; AZEVEDO, R. R. Análise temporal da cobertura da terra em unidade de conservação no município de São Luís, Maranhão, Brasil . **Formação (Online)**, v. 27, n. 51, p. 209-230, 2020.

Resumo

O advento das geotecnologias tem trazido diversas potencialidades para o monitoramento dos espaços geográficos e para gestão dos territórios, sobretudo das áreas protegidas, pois permitem o monitoramento espacial e temporal das unidades de conservação de forma a assegurar o cumprimento da legislação e a proteção do meio ambiente. Apesar da relevância para gestão territorial, em muitos estados do país há uma escassez de informações espaciais referentes as unidades de conservação, o que dificulta o monitoramento da efetividade desta política pública. Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar a cobertura da terra de seis unidades de conservação do município de São Luís, capital do Estado do Maranhão, como vistas a compreender as mudanças ocorridas no espaço geográfico ao longo de vinte anos. Para isso foi realizada o mapeamento das unidades de conservação segundo classes de cobertura da terra com auxílio de software SIG. Os dados obtidos mostraram que a maior parte das unidades de conservação avaliadas obtiveram melhorias em aspectos relacionados à cobertura de vegetação, manutenção dos corpos hídricos e contenção do avanço da ocupação humana desordenada, mostrando que as políticas ambientais voltadas para conservação desses espaços apresentam algum grau de efetividade.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Bacanga. Itapiracó. Rangedor.

LANDCOVER TIME ANALYSIS IN CONSERVATION UNITS OF SÃO LUÍS IN MARANHÃO, BRAZIL

Abstract

The advent of geotechnologies has been bringing several potentialities for monitoring geographical areas and for land management, above all protected areas, as they allow the spatial and temporal monitoring of conservation units in order to ensure compliance and environmental protection. Despite the relevance for territorial management, there is a scarcity of spatial information in many states of the country regarding conservation units, which makes it rather difficult to monitor the efficiency of this public policy. Thus, this work aimed to evaluate the land cover of six conservation units in the municipality of São Luís, state capital of Maranhão, as seen to understand the changes that have occurred in geographical space over twenty years. For this purpose, the mapping of conservation units with the help of GIS software was carried out. The results showed that most of the protected areas evaluated were able to improve aspects of vegetation cover, the maintenance of water bodies and holding back the advance of disorderly human occupation, by showing that environmental policies aimed at conservation of these spaces have some degree of effectiveness.

Keywords: Remote Sensing. Bacanga. Itapiracó. Rangedor.

¹ Perita Criminal do Instituto de Criminalística de São Luís, Superintendência de Polícia Técnico-Científica do Estado do Maranhão. E-mail: brunarafaella_bio@hotmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8976-6595>.

² Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Ciências Ambientais E-mail: fabipiga@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1796-1575>.

³ Universidade Estadual do Maranhão – Departamento de Engenharia Agrícola. Email: taissageo@hotmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7320-2717>.

⁴ Analista Ambiental na MRS Estudos Ambientais. Email: randolfoazevedo@yahoo.com.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2014-4285>.

ANÁLISIS TEMPORAL DE LA COBERTURA DE LA TIERRA EN UNIDADES DE CONSERVACIÓN DE LA CIUDAD DE SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRASIL

Resumen

El advenimiento de las Geotecnologías ha traído varias potencialidades para el monitoreo de espacios geográficos y para la gestión de territorios, especialmente de áreas protegidas, ya que, permiten el monitoreo espacial y temporal de áreas protegidas, para garantizar el cumplimiento de la legislación y la protección del medio ambiente. A pesar de la relevancia para la gestión territorial, muchos estados del país presentan falta de información espacial con respecto a las unidades de conservación, lo que dificulta el monitoreo de la efectividad de esta política pública. Así, este trabajo tuvo como objetivo evaluar la cobertura del suelo de seis unidades de conservación en el municipio de São Luís, capital del estado de Maranhão, con el fin de comprender los cambios que ocurrieron en el espacio geográfico durante veinte años. Para esto, fueron mapeadas las unidades de conservación de acuerdo con las clases de cobertura del suelo, con la ayuda del software GIS. Los datos obtenidos mostraron, que la mayoría de las áreas protegidas evaluadas, obtuvieron mejoras en aspectos relacionados con la cobertura vegetal, el mantenimiento de los cuerpos de agua y la contención del avance de la ocupación humana desordenada, demostrando que las políticas ambientales dirigidas a la conservación de estos espacios presentan algún grado de efectividad

Palabras clave: Teledetección, Bacanga, Itapiracó, Rangedor.

1 Introdução

Ao longo do Século XX, a criação de espaços territoriais especialmente protegidos firmou-se no Brasil e no mundo como a principal e mais amplamente disseminada estratégia de proteção da natureza. Este instrumento foi instituído no Brasil pela Política Nacional de Meio Ambiente de 1981 e, posteriormente, pela Constituição Federal de 1988, configurando como umas das principais ferramentas para proteção da paisagem e da biodiversidade brasileiras e como garantia do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (SCHÄFFER et al., 2011).

Uma das tipologias existentes no Brasil para espaços territoriais protegidos refere-se às Unidades de Conservação (UC's). As UC's são áreas que possuem características naturais relevantes, são legalmente instituídas pelo poder público e visam garantir a sobrevivência da biodiversidade, dos recursos genéticos e de processos ecológicos essenciais, além de proteger locais de grande beleza cênica, como montanhas, cachoeiras, cânions, rios e lagos (BRASIL, 2000). Apesar das suas inúmeras funções ambientais, a expansão territorial e a ocupação humana nos centros urbanos configuram uma ameaça real à manutenção das UC's já que as cidades são, comumente, locais de concentração populacional. Portanto, a compreensão dos processos de modificação dos espaços urbanos é cada vez mais importante para garantir a política ambiental da conservação de espaços territoriais e assegurar que as metas estabelecidas por políticas públicas estão sendo de fato implementados (HOCKINGS et al., 2000; DUDLEY, 2008; SCHLIEP; STOLL-KLEEMANN, 2010).

Porém, é inevitável reconhecer que preservar espaços territoriais garantidos pela lei não têm aplicação fácil quando se analisa a realidade de áreas urbanas. Uma das formas atualmente empregada para monitorar o espaço geográfico é por meio da análise do uso e ocupação da terra mediante informações colhidas através de geotecnologias, com destaque para os métodos de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográficas (SIGs) (XIAO et al., 2005; ANTUNES; SANTOS; JORDAO, 2001). Estas ferramentas são capazes de integrar informações oriundas de diversas fontes de dados, permitindo a delimitação de limites geográficos de forma precisa, agregando informações sobre declividade, hidrografia, rede viária, unidades de paisagens, dentre outros, em um único sistema de referência, servindo de subsídio para elaboração de zoneamentos, regularização fundiária, identificação de conflitos e para a tomada de decisão pelos gestores das UC's (PINHEIRO-JUNIOR et al., 2006). Dessa forma, o geoprocessamento e suas ferramentas são de grande utilidade no planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico (SANTOS; SOUZA; SILVA-NETO, 2011) e, conseqüentemente, para gestão dos espaços protegidos nas cidades.

Sob essa perspectiva, uma das investigações mais interessantes para a compreensão dos padrões de organização dos espaços protegidos e para comprovação da efetividade das políticas de proteção ambiental e que, atualmente, tem sido alvo de muitos estudos, diz respeito a análise da dinâmica de uso e cobertura da terra em unidades de conservação (VERBURG et al. 2006; ELLIS; PORTER-BOLLAND, 2008; CONCEIÇÃO et al., 2010). A análise de padrões temporais de uso da terra e cobertura vegetal auxiliam no estudo de fenômenos associados à ocupação do espaço geográfico, permitindo detectar as mudanças e variações de um local ao longo do tempo (LANGLEY; CHESHIRE; HUMES, 2001). Este tipo de avaliação é importante para o monitoramento da supressão de vegetação (MASELLI, 2004) e no acompanhamento dos processos de ocupação em unidades de conservação (LENNEY et al., 1996).

O estado do Maranhão possui 19% do seu território protegido por Unidades de Conservação criadas por todas as três esferas de governo: federal, estadual e municipal e que objetivam a proteção de vários biomas e fitofisionomias, sobretudo as áreas de características amazônicas (SPINELLI-ARAUJO et al., 2016). O município de São Luís, por exemplo, capital do estado do Maranhão e que abriga uma série de fitofisionomias distintas em seu território, conta atualmente com sete Unidades de Conservação, sendo três de proteção integral e quatro de uso sustentável.

Apesar de destinar boa parte do território às unidades de conservação, o estado do Maranhão é carente de informações espaciais relacionadas às UC's. As informações existentes

restringem-se às unidades estaduais que ocupam uma maior área geográfica como as APA's do Itapiracó e Maracanã e o Parque Estadual do Bacanga. (PINHEIRO-JR et al., 2007; COSTA et al., 2008; SANTOS; SANTOS, 2011; AGUIAR, 2018). Para as demais quase não há informações geográficas e territoriais disponíveis, sendo que para muitas delas o único dado existente refere-se à definição dos limites geográficos estabelecidos na lei ou decreto de criação. Diante disso, torna-se de vital importância a espacialização dos dados geográficos das Unidades de Conservação maranhenses, visto às constantes ameaças a que estão submetidos esses espaços em áreas urbanas e a carência de informações para subsidiar a gestão e as políticas públicas ambientais.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a evolução temporal na cobertura da terra nas unidades de conservação existentes no município de São Luís (MA) com vistas a analisar a efetividade desse mecanismo de proteção ambiental. A hipótese estabelecida neste trabalho é que o espaço territorial das Unidades de Conservação presentes na Ilha do Maranhão passa por progressiva perda de vegetação, com substituição por áreas com solo exposto ou destinadas à ocupação urbana residencial/comercial.

2 Materiais e Método

Área de Estudo

A área de estudo refere-se às unidades de conservação inseridas no espaço territorial do município de São Luís, no estado do Maranhão, situado na porção nordeste do Brasil. A cidade de São Luís é a capital do estado e conta atualmente com uma população 1.094.667 de habitantes (BRASIL, 2019), a maioria vivendo em áreas urbanas. Ao longo dos últimos 20 anos, o município passou por um significativo aumento populacional, com incremento em torno de 27,8% no número total de habitantes (BRASIL, 2019), o que acaba refletindo na expansão de áreas destinadas a moradias e à infraestrutura urbana.

O município conta com inúmeras bacias hidrográficas e apresenta uma vegetação diversificada, dado o caráter ecotonal dos ecossistemas predominantes nas áreas naturais. A vegetação da ilha é caracterizada pela presença de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Flúvio-Marinha (Manguezal), Vegetação de Restinga, além de espécies típicas do bioma Cerrado.

Foram selecionadas seis das setes unidades de conservação existentes no município, excluindo-se da análise a APA Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças pelo fato de que apenas 1,31% do território da UC encontra-se inserida dentro dos limites do Município de São Luís. O

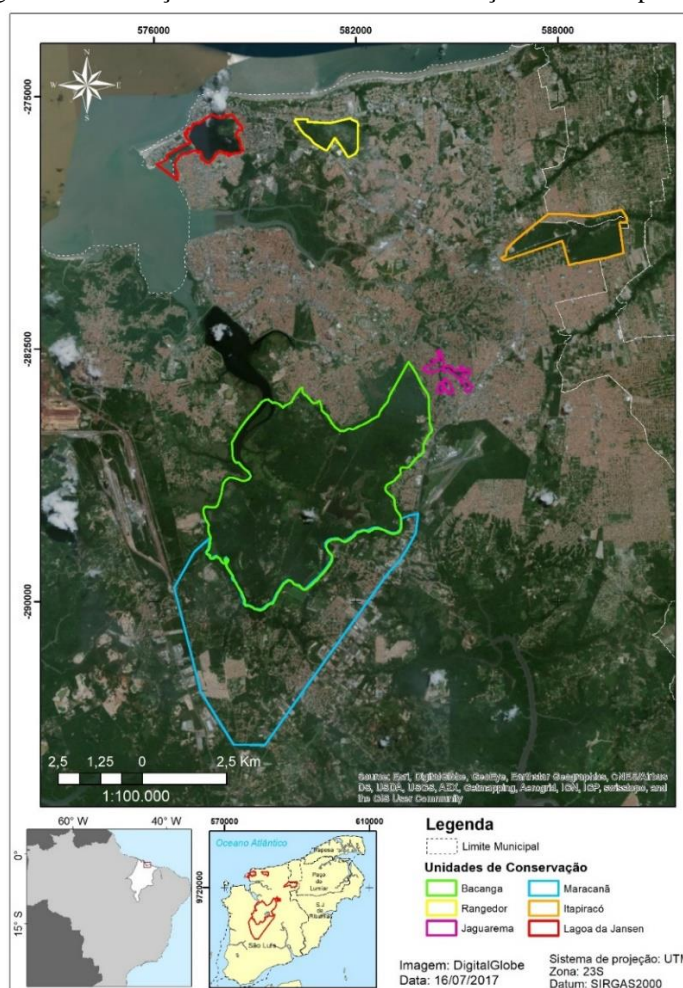
Quadro 1 traz a caracterização das unidades de conservação estudadas e a Figura 1 mostra a localização espacial.

Quadro 1. Unidades de Conservação do Município de São Luís

Unidade de Conservação	Área* (hectares)	Categoria do Sistema Nacional de Unidades de Conservação	Instância Responsável
Área de Proteção Ambiental (APA) do Itapiracó	355,11	Uso Sustentável	Estadual
Área de Proteção Ambiental (APA) do Maracanã	2.188,77	Uso Sustentável	Estadual
Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) das Nascentes do Rio Jaguarema	46,82	Uso Sustentável	Municipal
Parque Estadual do Bacanga	2.620,96	Proteção Integral	Estadual
Parque Estadual da Lagoa da Jansen	196,96	Proteção Integral	Estadual
Parque Estadual do Rangedor	126,31	Proteção Integral	Estadual

*Segundo os limites de dados georreferenciados, disponibilizados no site do IBGE.

Figura 1. Carta Imagem da localização das Unidades de Conservação do município de São Luís, Maranhão



Fonte: DigitalGlobe (2017) e IBGE (2019). Org.: adaptado pelos autores.

Procedimentos Metodológicos

O procedimento metodológico adotado neste trabalho incluiu quatro fases: 1- Aquisição, seleção e pré-processamento dos dados; 2- Processamento dos Dados; 3- Análise e Interpretação dos Resultados; 4- Geração de produtos cartográficos. Todas as etapas de geoprocessamento foram realizadas no software ArcGIS® 10.2 do Environmental Systems Research Institute (ESRI, 2013).

A fase 1 consistiu na espacialização geográfica das Unidades de Conservação presentes na Ilha do Maranhão baseados nos limites estabelecidos pelos seus respectivos decretos ou leis de criação. Foram adquiridos os principais produtos cartográficos e temáticos das áreas e selecionadas as imagens de satélite a serem processadas. Para isso, foram utilizados os materiais descritos no Quadro 2.

Quadro 2. Unidades de Conservação do Município de São Luís

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	FONTE
<i>Unidades de Conservação (exceto ARIE Nascentes do Rio Jaguarema)</i>	Base de dados geográficos dos limites das UC's	IBGE
<i>Área de Relevante Interesse Ecológico das Nascentes do Rio Jaguarema</i>	Base de dados geográficos dos limites da UC	Elaborado pelo autor (Lei Municipal Nº 4770 de 22 de março de 2007)
<i>Cobertura da terra 1999</i>	Classes de Cobertura	Imagem LANDSAT 5 TM, órbita/ponto 220/062 de 14/06/1999. Composição colorida – bandas 5, 4 e 3.
<i>Cobertura da terra 2009</i>	Classes de Cobertura	Imagem LANDSAT 5 TM, órbita/ponto 221/062 de 16/06/2009. Composição colorida – bandas 5, 4 e 3.
<i>Cobertura da terra 2019</i>	Classes de Cobertura	Imagem LANDSAT 8 OLI, órbita/ponto 220/62 de 04/05/2019. Composição colorida – bandas: 6, 5 e 4.

Para a realização deste trabalho, foi analisada uma série temporal com imagens de satélite Landsat referentes aos anos de 1999, 2009 e 2019, sendo que a opção pelo ano de 2019 para balizar as análises com o objetivo de fornecer cenários atualizados da situação territorial das UC's. Selecionou-se as imagens do satélite Landsat para realização deste trabalho devido a ampla biblioteca histórica das imagens. Estas foram escolhidas sempre em uma mesma época do ano, de forma a evitar mudanças sazonais, como por exemplo o regime de chuvas, o qual influencia diretamente na coloração da vegetação, tamanho dos corpos hídricos, assim como a cobertura de nuvens.

A classificação da cobertura e ocupação da terra foi realizada manualmente por interpretação visual na escala 1:50.000. As composições RGB utilizadas neste estudo simulam a falsa cor natural, permitindo uma melhor visualização e distinção das classes identificadas. A interpretação visual foi validada a partir da retroanálise com imagens de alta e média resolução, equivalentes a cada época vetorizada, disponíveis no Google Earth e disponibilizadas pelo Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC (MARANHÃO, 2019) tal qual como apresentado na Figura 2.

Figura 2. Imagens de média e alta resolução utilizadas para interpretação visual da classificação da cobertura e ocupação da terra nas Unidades de Conservação do município de São Luís, MA. Exemplo do Parque Estadual da Lagoa da Jansen e da Área de Proteção Ambiental do Itapiracó



As classes de cobertura da terra encontram-se descritas no Quadro 3.

Quadro 3. Classes de cobertura da terra utilizadas na análise temporal das Unidades de Conservação do município de São Luís

CLASSES	DESCRIÇÃO
Hidrografia	Corpos hídricos, lagoas e açudes
Capoeira	Vegetação secundária, áreas em cultivo e pastagens
Formação vegetal	Florestas ombrófila densa e as Florestas Flúvio Marinhas
Solo exposto	Áreas com solo exposto, mineração a céu aberto e pastagens degradadas
Área Urbanizada	Construções residências/comercias e industriais

Identificadas as classes, foi realizada análise e interpretação dos resultados obtidos e a comparação temporal considerando o padrão de análise temporal das Unidades de Conservação.

3 Resultados e Discussão

Parques Estaduais da Lagoa da Jansen e do Sítio Rangedor

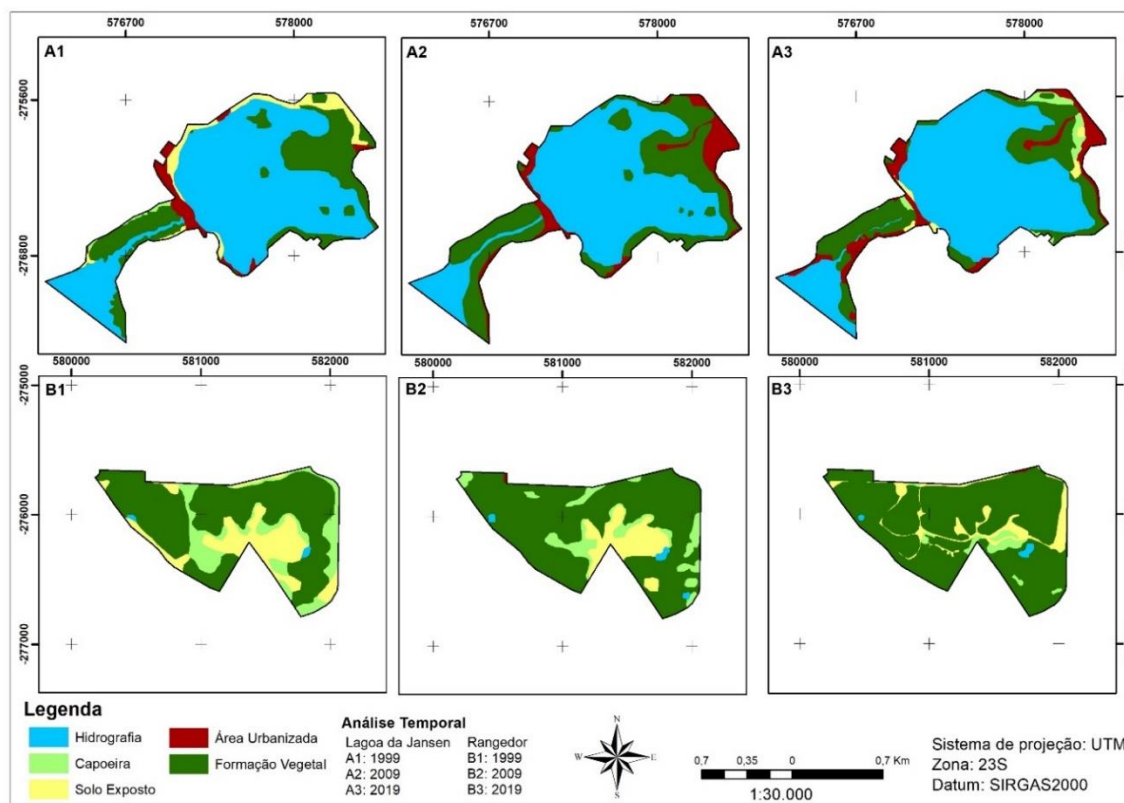
As análises temporais da cobertura da terra para o Parque Estadual da Lagoa da Jansen mostraram um aumento equivalente a 51% da área urbanizada ao longo de toda unidade de conservação (Tabela 1) ao longo dos vinte anos analisados. Esse aumento deu-se de forma expressiva na porção noroeste da UC e ao longo faixa marginal do canal de drenagem que conecta a área da laguna ao ambiente marinho (figura 3).

O avanço das áreas urbanizadas no setor noroeste do parque pode ser explicado pelas obras de requalificação e reurbanização do entorno da Laguna da Jansen, ocorrida a partir de 2001, com construção de espaços turísticos e de lazer como praças e complexos esportivos. Devido a esses atrativos urbanos e por situar-se vizinho a áreas com moradias de alto padrão, o entorno do trecho noroeste da Laguna da Jansen passou com intensa especulação imobiliária.

Em contrapartida, a urbanização em torno do canal de drenagem em 2019 visualizada na Figura 2 mostra uma situação diversa à encontrada no setor noroeste. As imagens de satélite de alta e média resolução permitem perceber que este local é ocupado por moradias de baixa renda, em um local anteriormente ocupado por manguezal. Geralmente, áreas ambientalmente frágeis como manguezais são preferencialmente ocupados pela parcela mais pobre da população devido ao preço mais barato do terreno. As moradias nesses ambientes são precárias e a população residente não tem acesso aos serviços públicos de saneamento, o que reflete em prejuízos ambientais e de saúde pública. Portanto, a análise da urbanização no interior e no

entorno do Parque da Lagoa da Jansen permite a percepção de ocupações urbanas socialmente distintas, resultando em segregação sócio espacial.

Figura 3. Cobertura da terra entre os anos de 1999, 2009 e 2019 do Parque Estadual da Lagoa da Jansen e do Parque Estadual do Sítio Rangedor



Fonte: LANDSAT 5 TM, órbita/ponto 220/062 de 14/06/1999 - RGB 543; LANDSAT 5 TM, órbita/ponto 221/062 de 16/06/2009 - RGB 543; LANDSAT 8 OLI, órbita/ponto 220/62 de 04/05/2019 - RGB 654. Org. e Adapt.: os autores.

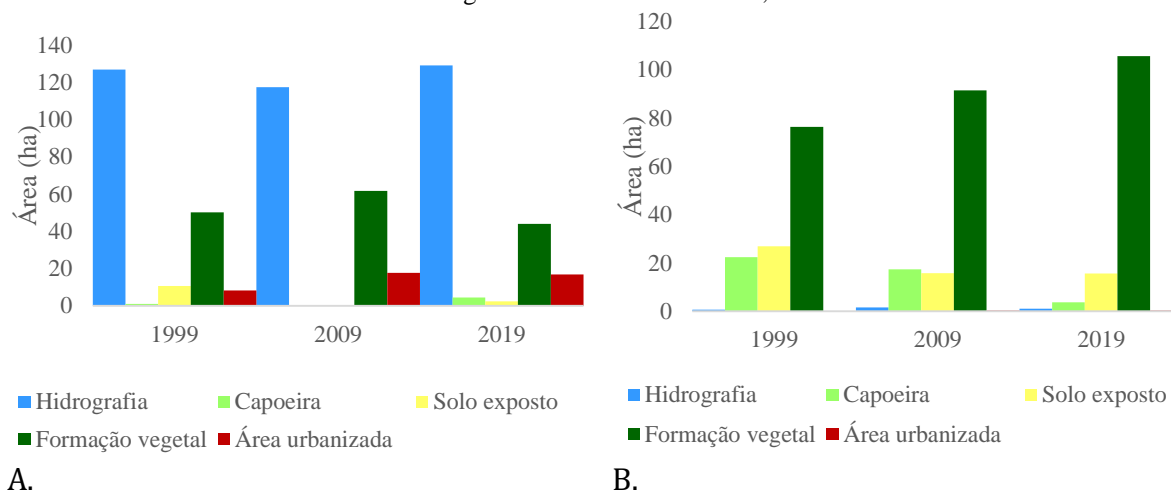
Também é possível observar a diminuição significativa da parcela de solo exposto existentes na unidade de conservação (Figura 4). Em 1999 grande parte do solo exposto da UC concentrava-se na porção norte e nordeste, regiões que foram progressivamente dando lugar ao avanço da superfície hídrica da laguna e às áreas urbanizadas.

Tabela 1. Classes de cobertura da terra utilizadas na análise temporal das Unidades de Conservação do município de São Luís

	Parque Estadual da Lagoa da Jansen			Parque Estadual do Rangedor		
	1999	2009	2019	1999	2009	2019
Hidrografia	126,9	117,48	129,15	0,68	1,57	1,08
Capoeira	1,0	-	4,48	22,42	17,33	3,73
Solo exposto	10,62	-	2,47	26,94	15,7	15,6
Formação vegetal	50,22	61,78	44,06	76,27	91,5	105,6
Área urbanizada	8,22	17,7	16,80	-	0,21	0,30

Área Total	196,96	126,31
------------	--------	--------

Figura 4. A. Área ocupada pelas diferentes classes de cobertura da terra no Parque Estadual da Lagoa da Jansen entre os anos de 1999, 2009 e 2019. B. Área ocupada pelas diferentes classes de cobertura da terra no Parque Estadual do Rangedor entre os anos de 1999, 2009 e 2019



Fonte: resultados da classificação de uso e cobertura da terra das Imagens LANDSAT 5 TM e LANDSAT 8 OLI utilizadas no estudo. Org. e Adapt.: os autores.

No que se refere ao Parque Estadual do Rangedor, verifica-se a redução significativa da parcela do solo classificada como solo exposto (42%) e vegetação de capoeira (83,3%) e consequente aumento de área classificada como formação vegetal (27,7%), com esta última passando a abranger as regiões anteriormente tomadas por vegetação de capoeira ou mesmo sem vegetação (Tabela 1). Esses dados permitem inferir que a criação da unidade de conservação em 2005 contribuiu significativamente para a sucessão ecológica da comunidade ali existente, com a substituição de uma vegetação mais rasteira por outra de maior porte, típica de áreas mais consolidadas. Sendo assim, possivelmente o estabelecimento da UC e as políticas públicas associadas aos espaços protegidos resultaram na recomposição da vegetação, barrando o processo de degradação existente na área e transformando os pequenos fragmentos de mata em uma área maior de floresta contígua.

A melhoria da qualidade e cobertura da vegetação ao longo dos anos, tal qual como encontrado no Parque Estadual do Rangedor, acaba refletindo em outros aspectos ambientais como: o aumento da diversidade de espécies da fauna e flora, a melhoria da qualidade dos corpos hídricos e da recarga de aquíferos e a diminuição dos impactos relacionados ao empobrecimento e erosão do solo. Nagendra (2008) avaliou o padrão de cobertura da terra em 49 áreas protegidas de 22 países e verificou que em 65% delas houve diminuição as taxas de desmatamento após a criação dos espaços protegidos, mostrando que o estabelecimento de áreas protegidas é uma política relevante para conservação dos ecossistemas.

Ressalta-se que o Parque Estadual do Rangedor foi inicialmente criado na categoria de proteção integral denominada estação ecológica, uma das categorias mais restritas entre as tipologias estabelecidas para unidades de conservação no Brasil, onde só é permitida a realização de atividades científicas, educativas e de manejo (BRASIL, 2000). Os dados deste trabalho mostram que o protecionismo garantido em lei contribuiu substancialmente para a recuperação da vegetação em uma extensa área da UC, mesmo que eventualmente não tenham sido tomadas medidas diretas de recuperação das áreas degradadas, tais como recuperação do solo e plantio de mudas. Ao ser recategorizada em 2016 para Parque Estadual do Rangedor, outras atividades como o turismo, recreação e visitação pública puderam ser realizadas no local. No final do ano 2017, o poder público estadual iniciou as obras de revitalização e urbanização de alguns setores do Parque, com a finalidade de construção de um complexo de lazer.

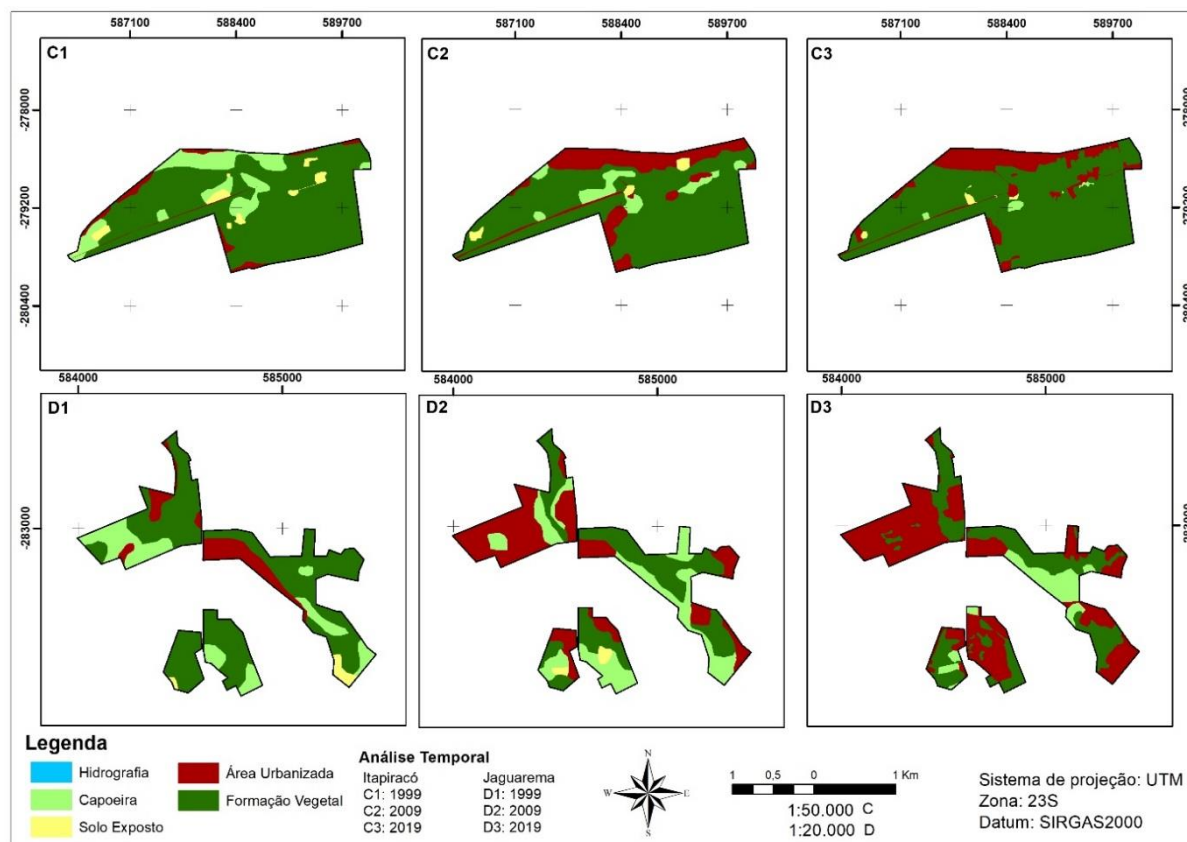
A comparação das imagens de satélite de alta resolução com o mapa de cobertura da terra do ano 2019 permite relacionar as áreas de solo exposto encontradas no mapeamento com os pontos onde estão sendo realizadas as obras de revitalização do Parque do Rangedor. Os dados desse trabalho demonstram que as obras de revitalização e os espaços urbanos dela resultantes implicaram na supressão de formação vegetal de maior porte em alguns trechos do Parque, na descontinuidade do fragmento de mata contígua e na impermeabilização de parte do solo para construção de acessos e áreas de vivência.

Ressalta-se que a urbanização de trechos do Parque Estadual do Rangedor pode frear o avanço da recuperação ambiental observada na área ao longo dos anos pois a impermeabilização do solo e a fragmentação, mesmo que pequena, de porções contíguas de florestas podem ter efeitos deletérios sobre a diversidade local. Já é extensivamente relatado que, para muitas espécies de pequenos anfíbios e répteis (VALLAN, 2000; BELL; DONNELLY, 2006; CABRERA-GUZMÁN; REYNOSO, 2012), grandes mamíferos (SANTOS-FILHO et al., 2012; GIBSON et al. 2013), aves insectívoras (STRATFORD; STOUFFER, 1999; FERRAZ et al., 2007), briófitas (ZARTMAN, 2003), palmeiras (SCARIOT, 1999; GALETTI et al., 2006), fragmentos menores de floresta são frequentemente incapazes de suportar populações viáveis. Além disso, os efeitos deletérios da borda dos fragmentos propiciadas pelas condições diferenciadas do meio circundante e do contato da matriz com os fragmentos, tais como: mudanças no microclima, na distribuição e abundância de espécies e alterações nas interações entre organismos (MURCIA, 1995), também podem aumentar drasticamente em intensidade em pequenos fragmentos, contribuindo ainda mais para a diminuição da diversidade (DIDHAM et al., 1998).

APA do Itapiracó e ARIE das Nascentes do Rio Jaguarema

A dinâmica temporal da cobertura da terra para APA do Itapiracó mostra que um acelerado processo de urbanização no limite norte e em setores no interior da unidade de conservação, com incremento de 99,5% de área urbanizada ao longo de vinte anos. É possível observar também que a maior parte das regiões que atualmente encontram-se destinadas para uso urbano eram, em anos anteriores, classificadas como destinadas à vegetação de capoeira ou apresentavam solo exposto (Figura 5). Quando se confere as imagens históricas de alta resolução, constata-se que em 1999 boa parte das áreas de capoeira da UC já estão loteadas para futuras construções. Tal constatação demonstra que, para esta unidade de conservação, a vegetação de menor porte e a existência de áreas já degradadas são fatores importantes para suscetibilidade à ocupação humana do espaço geográfico, visto que nestas áreas os custos e o esforço a ser despendido com corte e limpeza do local para prepará-lo para construções são menores.

Figura 5. Cobertura da terra entre os anos de 1999, 2009 e 2019 no Área de Proteção Ambiental do Itapiracó e na Área de Relevante Interesse Ecológico das Nascentes do Rio Jaguarema



Fonte: LANDSAT 5 TM, órbita/ponto 220/062 de 14/06/1999 - RGB 543; LANDSAT 5 TM, órbita/ponto 221/062 de 16/06/2009 - RGB 543; LANDSAT 8 OLI, órbita/ponto 220/62 de 04/05/2019 - RGB 654. Org. e Adapt.: os autores.

Além disso, a própria tipologia da unidade de conservação APA do Itapiracó pode facilitar o processo de urbanização no interior da área protegida. Em áreas de proteção ambiental não é vedada a ocupação humana e o desenvolvimento de atividades produtivas, desde de que estejam em acordo com o que estabelecido no plano de manejo da UC.

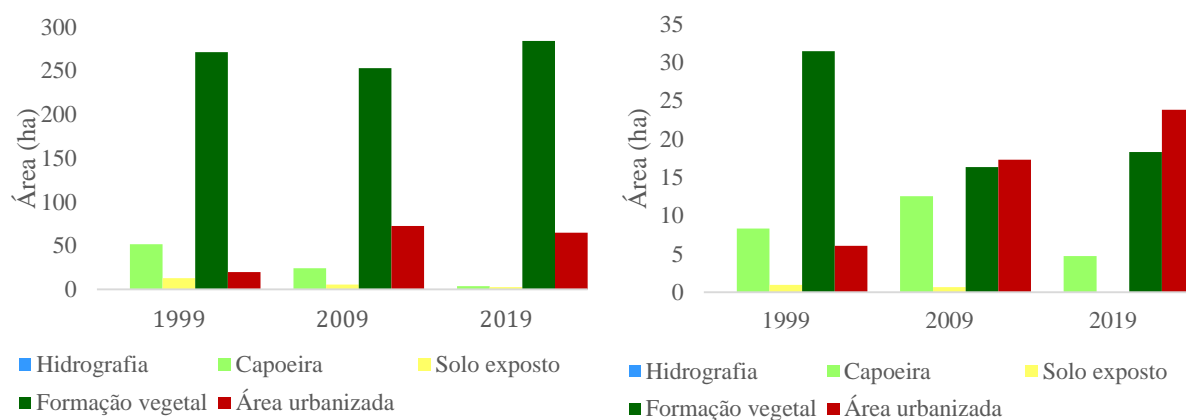
Contudo, apesar do avanço de áreas urbanas no interior da APA do Itapiracó, é possível notar também que houve um avanço das áreas destinadas à formação vegetal. Esta classe de cobertura da terra aumentou quase 150 hectares ao longo de vinte anos, configurando um aumento de 58,25% em relação a situação encontrada nos anos de 1999. Os dados mostram que atualmente, 71,23% da área da APA é recoberta por formação vegetal, com apenas 8,36% do território destinado à vegetação de capoeira e solo exposto (Tabela 2). A diminuição progressiva das áreas de solo exposto e vegetação de capoeira, sobretudo após 2009, mostram que muitas dessas áreas sofreram composição da vegetação ao longo dos anos e atualmente contam com uma vegetação de maior porte, mais consolidada (Figura 6).

Tais mudanças na configuração do espaço geográfico na APA do Itapiracó mostram que houve uma melhoria quantitativa na recomposição da vegetação na UC ao longo dos últimos vinte anos, constatado com o aumento significativo da formação vegetal de maior porte. Essa mudança da paisagem pode ser reflexo da própria instituição da área protegida em 1993, no sentido em que a destinação de espaços para fins protecionistas tende a frear a ocupação urbana e diminuir a pressão causada pelo desmatamento, permitindo a recomposição da floresta a médio e longo prazo.

Tabela 2. Área de cada classe de cobertura da terra (em hectares) estabelecidas para a Área de Proteção Ambiental do Itapiracó e Área de Relevante Interesse Ecológico das Nascentes do Rio Jaguarema entre os anos de 1999, 2009 e 2019

	Área de Proteção Ambiental do Itapiracó			Área de Relevante Interesse Ecológico das Nascentes do Rio Jaguarema		
	1999	2009	2019	1999	2009	2019
Hidrografia	1,08	-	-	-	-	-
Capoeira	3,73	51,52	24,23	8,43	12,52	4,72
Solo exposto	15,16	12,7	5,47	0,99	0,68	-
Formação vegetal	105,6	271,29	252,95	31,43	16,32	18,31
Área urbanizada	0,30	19,6	72,46	6,06	17,3	23,79
Área Total		64,74			46,82	

Figura 6. A. Área ocupada pelas diferentes classes de cobertura da terra na Área de Proteção Ambiental do Itapiracó entre os anos de 1999, 2009 e 2019. B. Área ocupada pelas diferentes classes de cobertura da terra na Área de Relevante Interesse Ecológico das Nascentes do Rio Jaguarema entre os anos de 1999, 2009 e 2019



A.

B.

Fonte: resultados da classificação de uso e cobertura da terra das Imagens LANDSAT 5 TM e LANDSAT 8 OLI utilizadas no estudo. Org. e Adapt.: os autores.

Diferentemente do que foi observado para a APA do Itapiracó, a ARIE Nascentes do Rio Jaguarema sofre um processo inverso no que se refere à recomposição da vegetação ao longo prazo. Nossos dados mostram que houve um significativo decréscimo das áreas de floresta da ARIE, em torno de 41.74%, ao longo dos 20 anos analisados neste trabalho. Paralelo ao avanço do desmatamento e da degradação das áreas de mata houve um significativo avanço, em torno de 74,5%, na proporção de áreas urbanizadas dentro da UC. As análises espaciais mostraram que, atualmente, cerca de metade da área da ARIE (50,8%) encontra-se englobada na classe de cobertura de áreas urbanizadas.

O avanço da urbanização na ARIE Nascentes do Rio Jaguarema pode ser explicada por dois fatores principais. O primeiro diz respeito ao entorno da área da UC, situada em uma área central do município e cercada por bairros tradicionais. A ARIE sofreu sucessivas invasões do território para instalação de assentamentos urbanos, dado o progressivo aumento populacional da cidade ao longo das últimas duas décadas. A análise temporal das imagens de satélite mostra que as ocupações residenciais na área ocorreram de forma desordenada e as casas são típicas de moradores de baixa renda. Destaca-se, inclusive, que quando da criação da UC em 2007, boa parte do seu território já encontrava-se ocupada por grandes extensões de assentamentos urbanos periféricos, contrariando o preconizado pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC que recomenda que Áreas de Relevante Interesse Ecológico devam ser ambientes com pouca ou nenhuma ocupação humana (BRASIL, 2000).

O segundo motivo que influencia na crescente urbanização nesta área refere-se à rede de políticas públicas protetivas para UC. Não foram encontrados dados referentes ao Plano de

Manejo ou qualquer outra literatura científica específica para o local. Há, inclusive, o desconhecimento de grande parte da população sobre a existência de tal área protegida, revelando fragilidades na divulgação e na educação ambiental no âmbito municipal. Soma-se a isso, as divergências na gestão territorial do município, que conta com um plano diretor desatualizado, e a fiscalização deficitária do órgão gestor da UC.

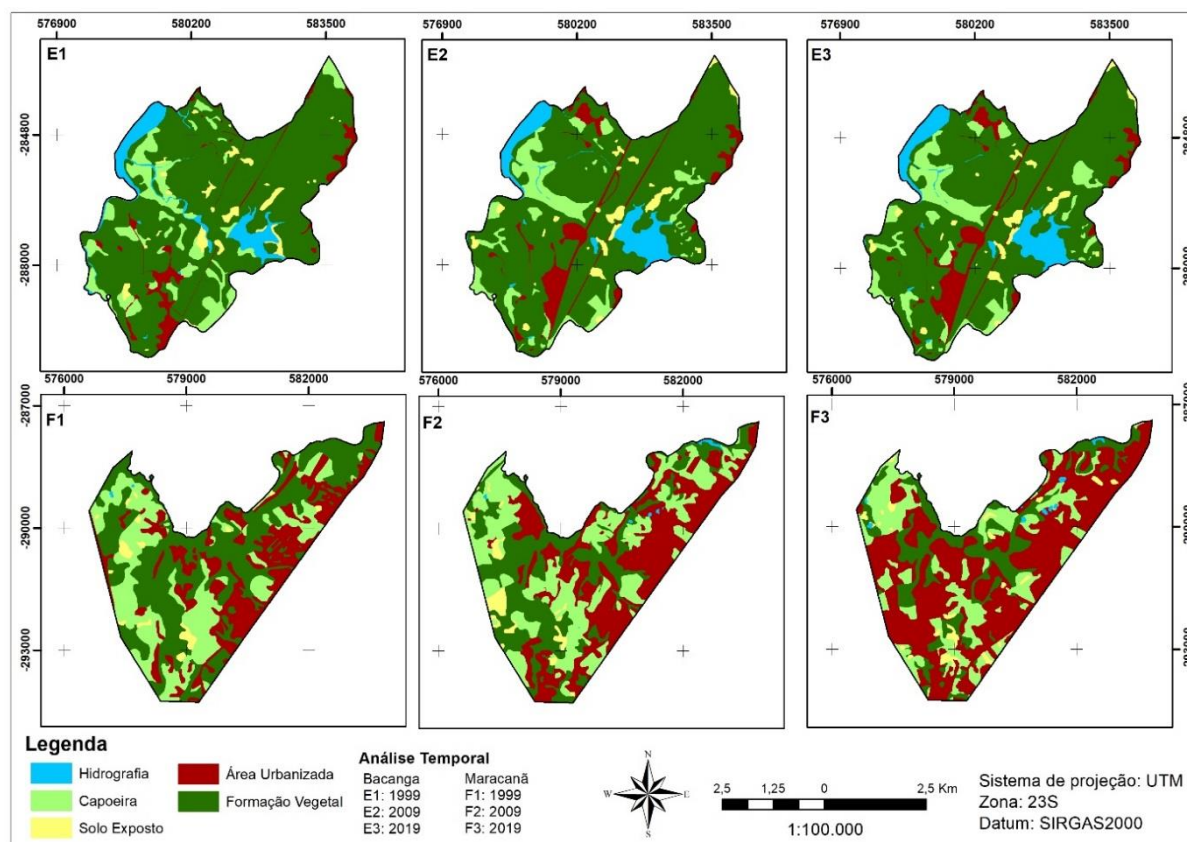
Na lei de criação da ARIE Nascentes do Rio Jaguarema consta dentre seus objetivos, a proteção das nascentes do rio Jaguarema, a garantia a manutenção da qualidade das águas e da preservação da fauna, flora e do solo. Consta também nos seus dispositivos, a previsão de realização do zoneamento para determinação das atividades permitidas no local e de aplicação de políticas públicas de fiscalização e gestão, sendo de responsabilidade do poder público municipal a fixação de critérios de uso e ocupação do local. Como demonstrado neste estudo, ao longo dos doze anos desde a criação da UC, o panorama de degradação e ocupação urbana tem avançado sobre o território em detrimento à preservação da vegetação e, conseqüentemente, dos importantes mananciais que abastecem o Rio Jaguarema.

APA do Maracanã e Parque Estadual do Bacanga

A APA do Maracanã e o Parque Estadual do Bacanga constituem as maiores unidades de conservação existentes no Município de São Luís, correspondendo a 4.909,73 hectares de área contínua protegida, visto que as áreas das duas UC's são adjacentes. Contudo, apesar da proximidade espacial, os dados mostram que as duas UC's passaram por processos diferentes quanto às mudanças na cobertura da terra nos últimos anos devido, sobretudo, ao grau de proteção garantido por cada tipo de espaço protegido.

Foi observado um aumento de 55,9% na área urbanizada dentro da APA do Maracanã ao longo de vinte anos (Tabela 3). Em 1999 já se observava uma intensa ocupação na borda leste da área da APA, sobretudo na região que faz divisa com a rodovia federal BR 135. Este local já era tradicionalmente ocupado por imóveis comerciais e por bairros tradicionais. Em 2009, observa-se a expansão urbana, sobretudo em trechos em que havia vegetação de capoeira em 1999. Em 2019 é observado o mesmo padrão de expansão na APA do Maracanã, com áreas urbanizadas avançando sobre regiões de capoeira na análise feita para as imagens de satélite de 2009 (Figura 7). Isso demonstra que os espaços urbanos como novos assentamentos residenciais tendem a ocupar áreas com vegetação de menor porte, mais suscetíveis ao corte.

Figura 7. Cobertura da terra entre os anos de 1999, 2009 e 2019 na Área de Proteção Ambiental do Maracanã e no Parque Estadual do Bacanga

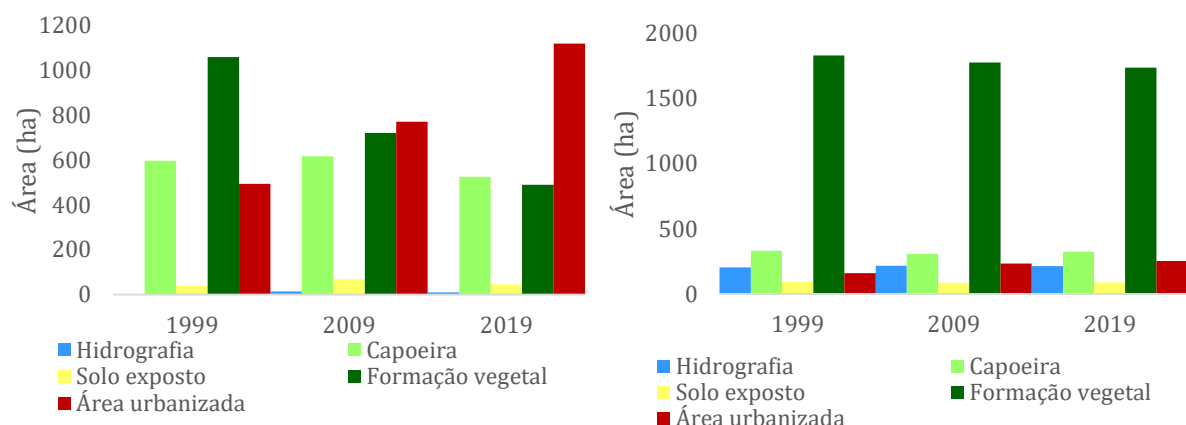


Fonte: LANDSAT 5 TM, órbita/ponto 220/062 de 14/06/1999 - RGB 543; LANDSAT 5 TM, órbita/ponto 221/062 de 16/06/2009 - RGB 543; LANDSAT 8 OLI, órbita/ponto 220/62 de 04/05/2019 - RGB 654. Org. e Adapt.: os autores.

Tabela 3. Área de cada classe de cobertura da terra (em hectares) estabelecidas para a Área de Proteção Ambiental do Maracanã e Parque Estadual do Bacanga entre os anos de 1999, 2009 e 2019.

	Área de Proteção Ambiental do Maracanã			Parque Estadual do Bacanga		
	1999	2009	2019	1999	2009	2019
Hidrografia	1,08	13,42	9,53	204,88	217	214,94
Capoeira	597,08	616,56	524,98	331,44	307,1	324,94
Solo exposto	38,74	68,01	45,63	92,35	87,1	88,44
Formação vegetal	1058,61	720,73	489,93	1832,29	1777,06	1738,38
Área urbanizada	493,26	770,05	1118,7	160	232,7	254,23
Área Total		2188,77			2620,96	

Figura 8. Cobertura da terra entre os anos de 1999, 2009 e 2019 na Área de Proteção Ambiental do Maracanã e no Parque Estadual do Bacanga.



A.

B.

Fonte: resultados da classificação de uso e cobertura da terra das Imagens LANDSAT 5 TM e LANDSAT 8 OLI utilizadas no estudo. Org. e Adapt.: os autores.

Dentre os núcleos urbanizados atualmente existentes na APA do Maracanã destaca-se o avanço de empreendimentos imobiliários de programas de habitação do governo, demonstrando que a destinação de parte do território da UC para novas ocupações é chancelada pelo próprio poder público. Apesar de não ser vedada a ocupação humana em Áreas de Proteção Ambiental esta deve ocorrer conforme ditado no Plano de Manejo da unidade, visto que o próprio estabelecimento de uma APA tem o objetivo de disciplinar o processo de ocupação visando a sustentabilidade dos recursos naturais (BRASIL, 2000). Entretanto, a APA do Maracanã não possui Plano de Manejo e a ausência desse instrumento de ordenamento do espaço parece refletir no avanço desordenado da ocupação urbana no local, conferindo um valor ainda maior ao processo de licenciamento ambiental desses empreendimentos imobiliários, mesmo aqueles de interesse social.

Segundo Aguiar (2018), que avaliou o processo de licenciamento para construção de um dos empreendimentos imobiliários existentes na APA do Maracanã, foram verificadas fragilidades legais, institucionais e operacionais no processo de licenciamento ambiental que não atendeu satisfatoriamente à legislação ambiental. Observa-se, deste modo, que há falhas nas redes de proteção da APA do Maracanã e que, provavelmente, tais omissões do poder público contribuem para o status de conservação encontrado atualmente na APA, comprometendo substancialmente a conservação dos recursos naturais.

Paralelo ao avanço urbano sobre a APA do Maracanã, ocorreu ao longo dos últimos 20 anos um decréscimo de 53,71% da área de formação vegetal da UC, indicando forte correlação entre a ocupação humana e o desmatamento das florestas. Além da perda da vegetação, nota-se

também uma forte fragmentação dos remanescentes de mata, o que compromete ainda mais a qualidade ambiental da UC.

Diferentemente, o Parque Estadual do Bacanga, apesar de ser espacialmente adjacente à APA do Maracanã, não tem sofrido com o avanço da urbanização de uma forma tão expansiva. Houve um aumento de 36,27% da área urbanizada do Parque com o avanço concentrando-se, sobretudo, em pontos onde já havia ocupação humana em 1999 (Tabela 3). Este fato indica que o aumento de áreas urbanizadas dentro do parque pode estar relacionado ao aumento das comunidades tradicionais que já residem na UC a vários anos e não à inclusão de novos assentamentos.

Nota-se por meio dos dados da Tabela 3 e da Figura 8 que as classes de cobertura utilizadas no estudo não sofreram grandes variações ao longo da série de vinte anos apresentada neste trabalho. Isto indica que os mecanismos utilizados para gestão e fiscalização para o Parque Estadual do Bacanga, tais como plano de manejo, conselho gestor, existência de base do Batalhão Florestal Militar, destinação de projetos de compensação ambiental e de educação ambiental tem efetivamente contribuído para a manutenção da paisagem e para conservação da UC.

No que se refere aos corpos hídricos existentes no Parque, visto a área se tratar de um importante reservatório de água doce para o município, nota-se através do mapa mais recente e das imagens de satélite de alta resolução a presença de solo exposto no entorno dos grandes corpos hídricos, sobretudo, em áreas inundáveis. No entorno de pequenos corpos d'água, a vegetação encontrada é a capoeira, que apresenta um estado maior de degradação. Tal constatação acende uma alerta sobre a manutenção das margens dos corpos hídricos, indicando potenciais problemas ambientais a serem combatidos pela gestão do Parque. Salienta-se que apesar de terem sido coletadas imagens de satélite na mesma época de cada ano, percebe-se que há diferenças nas vazões da hidrografia, mas isso não foi um problema para interpretação dos dados.

4 Considerações Finais

Observou-se, com as análises feitas neste trabalho, que a maioria das unidades de conservação existentes no município de São Luís apresentaram aumento da cobertura vegetal e a manutenção dos corpos hídricos. Destaca-se a recuperação do Parque Estadual do Rangedor e da APA do Itapiracó ao longo dos últimos vinte anos e a manutenção das características do

Parque Estadual do Bacanga, indicando que as políticas de gestão, fiscalização e educação ambiental possivelmente implementadas nestas áreas e a própria delimitação de um espaço territorial protegido tem contribuído na recuperação da vegetação e da paisagem de degradada. Contudo, destaca-se uma considerável alteração da paisagem como perda de vegetação e exposição do solo, além do avanço da urbanização na ARIE Nascentes do Jaguaré e na APA do Maracanã, demonstrando que os mecanismos de conservação não têm funcionado para estas unidades e indicando a necessidade de políticas públicas urgentes para que esses espaços de fato cumpram a sua finalidade de conservação dos recursos naturais e da biodiversidade.

Referências

AGUIAR, A. A. M. L. Os desafios da justiça ambiental em processos de licenciamento no estado do Maranhão: o caso da APA do Maracanã – de 2013 a 2017. 2018. 58f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Universidade Ceuma, São Luís, 2018.

ANTUNES P.; SANTOS R.; JORDÃO L.S. The application of Geographical Information Systems to determine environmental impact significance. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 21, n. 6, p. 511-535, dez. 2001.

BELL, K. E.; DONNELLY, M. A. Influence of forest fragmentation on community structure of frogs and lizards in northeastern Costa Rica. **Conservation Biology** v. 20, n. 6, dez, p. 1750–1760. 2006.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 de julho de 2000.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Mapas temáticos – Unidades de Conservação**. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/unidades-de-conservacao>>. Acesso em 15 de maio de 2019.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Panorama Cidades**. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama>>. Acesso em 15 de maio de 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. **Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010**. Brasília: MMA/CONAMA, 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acesso em 19 de maio de 2019.

CABRERA-GUZMÁN E.; REYNOSO, V. H. Amphibian and reptile communities of rainforest fragments: minimum patch size to support high richness and abundance. **Biodiversity Conservation**, v. 21, n. 12, p. 3243–3265, jul, 2012.

CONCEIÇÃO, R. S.; COSTA, N. M. C.; COSTA, V. C. A importância da evolução do uso do solo como geoindicador para o planejamento do Ecoturismo em Unidades de Conservação: aplicação no Parque Estadual da Pedra Branca (RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 408-427. 2010.

COSTA, N. F. A.; CASTRO, A. C. L.; COSTA, N. N. S. Efeitos da urbanização na área de Proteção Ambiental do Itapiracó, São Luís, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 11, n. 1. 2008. Disponível em:
<<http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/blabohidro/article/view/1891>> Acesso em: 18 de maio de 2019.

DIDHAM, R. K.; HAMMOND, P. M.; LAWTON, J. H.; EGGLETON, P.; STORK, N. E.; Beetle species responses to tropical forest fragmentation. *Ecological Monographs*, v. 68, n. 3, p. 295–303, ago. 1998.

DUDLEY, N. (org.). **Guidelines for Applying Protected Area Management Categories**. IUCN: Gland, Switzerland. 2008.

ELLIS, E. A.; PORTER-BOLLAND, L. Is community-based forest management more effective than protected areas?: A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 11, p. 1971-1983, nov. 2008.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGIS for the desktop 10.2**. 2013.

FERRAZ, G.; NICHOLS, J. D.; HINES, J.; STOUFFER, P. C.; BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E. A large-scale deforestation experiment: effects of patch area and isolation on Amazon birds. **Science** v. 315, n. 5809, p. 238–241, fev. 2007.

GALETTI, M.; DONATTI, C. I.; PIRES, A. S.; GUIMARÃES JR P. R.; JORDANO, P. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, n. 1, p. 141-149. 2006.

GIBSON, L.; LYNAM, A. J.; BRADSHAW, C. J. A.; HE, F.; BICKFORD, D. P.; WOODRUFF, D. S.; BUMRUNGSRI, S.; LAURANCE, W. F. Near-Complete Extinction of Native Small Mammal Fauna 25 Years After Forest Fragmentation. **Science**, v. 341, n. 6153, p. 1508-1510. 2013.

HOCKINGS, C.S.; SOLTON, S., DUDLEY, N. **Evaluating effectiveness: a framework for assessing the management of protected areas**. IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2000.

LANGLEY, S. K.; CHESHIRE, H. M.; HUMES, K. S. A Comparison of Single Date and Multitemporal Satellite Image Classifications in a Semi-Arid Grassland. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 2. 2001.

LENNEY, M. P.; WOODCOCK, C. E.; COLLINS, J. B.; HAMDI, H. The Status of Agricultural Lands in Egypt: The Use of Multitemporal NDVI Features Derived from Landsat TM. **Remote Sensing of Environment**, v. 56, n.1, p. 8-20, abr.1996.

MARANHÃO. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão – Fotos Aéreas**. São Luís: IMESC, 2019. Disponível em <<https://www.zee.ma.gov.br/subsidio/html/foto1.html>>. Acesso em 10 de abril de 2019.

MASELLI, F. Monitoring Forest Conditions in a Protected Mediterranean Coastal Area by the Analysis of Multiyear NDVI Data. **Remote Sensing of Environment**, v. 89, n. 4, p. 423-433, fev. 2004.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, fev. 1995.

NAGENDRA, H. Do Parks Work? Impact of Protected Areas on Land Cover Clearing. **A Journal of the Human Environment**, v. 37, n.5, p. 330-337. 2008.

PINHEIRO JUNIOR, J.R.; COSTA, L. A. C.; SANTOS, M. C. F.; GOMES, L. N. Uso da imagem CBERS-2 na análise do uso do solo de uma unidade de conservação de proteção integral: Parque Estadual do Bacanga, São Luís, MA. In: 1º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006, p. 492-501.

SANTOS, M. L. F.; SOUSA, L. H. G.; SILVA NETO, C. F. Análise do uso e ocupação do solo da Área de Proteção Ambiental Tambaba – litoral sul da Paraíba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011, p. 4526.

SANTOS, S. R.; SANTOS, P. C. Área de Proteção Ambiental do Maracanã em São Luís (Maranhão, Brasil): aspectos socioambientais e o desenvolvimento local na atividade turística. **Turismo & Sociedade**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 71-90. 2011.

SANTOS-FILHO, M.; PERES, C. A.; SILVA, D. J.; SANAIOTTI, T. M. Habitat patch and matrix effects on small-mammal persistence in Amazonian forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 4, p. 1127-1147. 2012.

SCARIOT, A. Forest fragmentation effects on diversity of the palm community in central Amazonia. **Journal of Ecology**, v. 87, v. 1, p. 66-76, jan. 1999.

SCHÄFFER, W. B.; ROSA, M. R.; AQUINO, L. C. S.; MEDEIROS, J. D. Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação X Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? **Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro**. Brasília: MMA, 2011.

SCHLIEP, R.; STOLL-KLEEMANN, S. Assessing Governance of Biosphere Reserves in Central Europe. **Land Use Policy**, v. 27, n. 3, p. 917-927, jul. 2010.

SPINELLI-ARAUJO, L.; SILVA, G. B. S.; TORRESAN, F. E.; VICTORIA, D. C.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V. **Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016.

STRATFORD, J. A.; STOUFFER, P. C. Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in Amazonian forest fragments. **Conservation Biology**, v. 13, n. 6, p. 1416-1423, dez. 1999.

VALLAN, D. Influence of forest fragmentation on amphibian diversity in the nature reserve of Ambohitantely, highland Madagascar. **Biological Conservation**, v. 96, n.1, p. 31-43, fev. 2000.

VERBURG, P. H.; OVERMARS, K. P.; HUIGEN, M. G. A; GROOT, W. T.; VELDKAMP, A. Analysis of the effects of land use change on protected areas in the Philippines. **Applied Geography**, v. 26, n. 2, p. 153-173. 2006.

XIAO, X. M.; BOLES, S.; LIU, J.Y.; ZHUANG, D.F.; FROLKING S.; LI C.S.; SALAS W.; MOORE, B. III Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images. **Remote Sensing of Environment**, v. 95, n.4, p. 480-492. 2005.

ZARTMAN, C. E. Forest fragmentation effects on epiphyllous bryophyte communities in central Amazonia. **Ecology**, v. 84, n.4, p. 948-954, abr. 2003.