



REVISTA
Casa da
ISSN 2316-8056
GEOGRAFIA
de Sobral



ANÁLISE ESPACIAL EM ÁREAS DE INUNDAÇÕES NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO ANGELIM, SÃO LUÍS-MA

Análisis de espacio en áreas de inundación en la sub-bacia de agua Angelim riacho, São Luís –
MA

Spatial analysis in flooding areas in the hydrographic sub-bowl of the Angelim Creek, São Luís -
MA

Ricardo Gonçalves Santana¹

Quésia Duarte da Silva²

Danyella Vale Barros França³

RESUMO

O crescimento urbano tem gerado diversos problemas socioambientais, os quais tem origem na atividade humana, que por sua vez, causam danos para o ser humano e para o ambiente. As inundações urbanas são considerados problemas socioambientais urbanos uma vez que as populações são atingidas pelas mesas devido a construção de residências em APP's. Partindo destes pressupostos, o presente trabalho objetiva realizar a análise espacial da sub-bacia hidrográfica do riacho do Angelim a partir do mapeamento das áreas inundáveis e da espacialização social da renda mensal dos chefes de família na área de estudo. Para isto foram realizados alguns procedimentos metodológicos, tais como: levantamento bibliográfico e cartográfico, organização do ambiente de trabalho, realização de trabalhos de campo, mapeamento das áreas inundáveis, renda e análise espacial das áreas inundáveis. A partir dos dados obtidos foram mapeadas 5 áreas inundáveis na área em estudo as quais são APP's. As mesmas estão inseridas em compartimentos geomorfológicos mais frágeis e inadequados para a ocupação humana. Concluiu-se que a ineficiência das leis brasileiras associada ao processo de ocupação determinado pelo mercado imobiliário têm contribuído para a segregação espacial dos indivíduos.

Palavras-chave: Análise espacial, riacho do Angelim, renda, nascentes e inundações.

RESUMEN

El crecimiento urbano ha generado varios problemas socioambientales, que se originan en la actividad humana, que a su vez causan daños a los seres humanos y al medio ambiente. Las inundaciones urbanas se consideran problemas socioambientales urbanos ya que las poblaciones se ven afectadas por las tablas debido a la construcción de residencias en APP S. Basado en estos supuestos, el presente trabajo tiene como objetivo realizar el análisis Espacial de la subcuenca hidrográfica del arroyo Angelim a partir del mapeo de las áreas inundadas y la espacialización social de los ingresos

¹ Graduado em Geografia Bacharelado pela Universidade Estadual Maranhão, e-mail: ricardogsantana19@hotmail.com

² Prof^a. Dr^a. do Programa de Mestrado em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço - PPGeo da Universidade Estadual Maranhão, e-mail: quesiaduartesilva@hotmail.com

³ Mestranda em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço - PPGeo da Universidade Estadual Maranhão, e-mail: danyellab Barros-geo@hotmail.com

mensuales de los jefes de familia en el área de estudio. Para ello, se llevaron a cabo algunos procedimientos metodológicos, tales como: encuesta bibliográfica y cartográfica, organización del entorno de trabajo, trabajo de campo, mapeo de áreas inundadas, ingresos y análisis espacial de las zonas inundadas. A partir de los datos obtenidos, se mapearon 5 áreas inundadas en el área de estudio, que son APP's. Se insertan en compartimentos geomorfológicos más frágiles e inadecuados para la ocupación humana. Se concluyó que la ineficiencia de las leyes brasileñas asociadas con el proceso de ocupación determinado por el mercado inmobiliario han contribuido a la segregación espacial de los individuos.

Palabras-clave: Análisis espacial, corriente Angelim, ingresos, manantiales e inundaciones.

ABSTRACT

Urban growth has generated several socio-environmental problems, which originate in human activity, which in turn cause damage to humans and the environment. Urban floods are considered urban socio-environmental problems since the populations are affected by the tables due to the construction of residences in APP's. Based on these assumptions, the present work aims to perform the analysis Spatial of the hydrographic sub-basin of the Angelim Creek from the mapping of the flooded areas and the social spatialization of the monthly income of the heads of family in the study area. For this, some methodological procedures were carried out, such as: bibliographic and Cartographic survey, organization of the work Environment, fieldwork, mapping of flooded areas, income and spatial analysis Of the flooded areas. From the data obtained, 5 flooded areas were mapped in the area under study, which are APP's. They are inserted in more fragile and inadequate geomorphological compartments for human occupation. It was concluded that the inefficiency of Brazilian laws associated with the occupation process determined by the real estate market have contributed to the spatial segregation of individuals.

Keywords: Spatial analysis, Angelim Creek, income, springs and floods.

INTRODUÇÃO

A formação do espaço geográfico é derivada das relações sociais que dinamizam as atividades econômicas, e estas determinam o uso da terra de uma localidade (FERREIRA, 2011). Assim, na cidade são vistas diversas formas de ocupação do espaço, levando em consideração o padrão social dos indivíduos e as relações econômicas existentes.

Nessa condição melhores espaços, ou determinados compartimentos do relevo, são direcionados para habitações de padrão mais elevado e conseqüentemente para uma população específica. Assim, os compartimentos instáveis, inadequados para a ocupação humana, são direcionados para outra parcela da população.

Esta é uma realidade nas sociedades brasileiras, no entanto, o que não se pode difundir é a ideologia do "crescimento desordenado", a qual afirma que apenas e somente pelo crescimento urbano os indivíduos ocuparam áreas impróprias para uso antrópico.

Segundo Ferreira (2011) existem diversas formas de segregação espacial planejada, e o que atualmente é visto como "crescimento desordenado" pode não ser tão desordenado assim.

O mercado imobiliário tem se apropriado dos melhores compartimentos geomorfológicos para estabelecer diversos empreendimentos e assim a segregação socioespacial ocorre gradualmente, pois, existe uma enorme concentração de renda com uma minoria populacional e uma crescente tendência ao empobrecimento dos menos privilegiados (SANTOS; SILVEIRA, 2008).

Assim, os menos privilegiados que passam a ocupar áreas inadequadas estabelecem com o ambiente uma relação de vítima e agressor (VEYRET, 2013), pois a atividade antrópica passa a exercer pressões sobre o meio natural que posteriormente responderá a estas intervenções, trazendo desastrosas para o ser humano que outrora o agrediu.

Por esta razão Drew (1986), saliente que a cidade é como um complexo “ecossistema humano”, cujas atividades econômicas impõem pressões sobre as áreas naturais. Essas pressões, por sua vez, geram problemas que atualmente tem sido denominados de socioambientais.

De acordo com Ferreira (2011), o termo socioambiental abraça as questões humanas como parte do meio, enfatizando as dimensões sociais da degradação ambiental e promovendo ligações entre o meio natural e a iniquidade social.

De acordo com a literatura especializada os problemas socioambientais são alterações sofridas pelo ser humano e o ambiente, as quais foram provocadas por determinadas atividades ou ações antrópicas que impactaram a qualidade de vida, a saúde, a economia o ambiente dito natural e os ambientes construídos.

No ambiente urbano inúmeros problemas socioambientais são perceptíveis como a falta de infraestrutura básica para as populações através da coleta de resíduos sólidos, saneamento básico, fornecimento adequado de água, sistema de drenagem urbana eficientes, domicílios em situação de vulnerabilidade aos eventos de inundação, erosões e movimentos gravitacionais de massa.

Dentre os problemas socioambientais supracitados, neste trabalho a problemática das inundações nas áreas urbanas será ressaltada. As inundações são fenômenos naturais que podem ser agravados devido à interferência antrópica nos sistemas naturais, ocorrem no mundo inteiro, nos cursos d'água, quando recebem uma quantidade de água muito superior ao seu leito ou nível natural, comumente relacionados a chuvas fortes e rápidas ou de longa duração, resultando em transbordamento ou em súbita elevação de seu nível normal.

Guerra (2004, p. 355) aborda a inundação como um processo periódico, no qual sua principal repercussão é a invasão das águas do rio em um terreno alagadiço, e que, “... em certo período pode se transformar em uma área seca”. O Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2007) define a inundação como o transbordamento das águas de um curso fluvial, atingindo a planície de inundação ou área de várzea (FIGURA 1).

Na Ilha do Maranhão, os fenômenos de inundações são recorrentes. Em virtude da periodicidade dos fenômenos, estudos são realizados anualmente em diversas bacias hidrográficas da ilha desde o ano de 2014.

Autores como Araújo *et al* (2014); Barros *et al* (2014); Costa *et al* (2014); Barros *et al* (2015); Costa (2015); Teixeira *et al* (2015); Barros *et al* (2016); Teixeira *et al* (2016); Barros *et al* (2017); Costa *et al* (2017a); Costa *et al* (2017b); França (2017); Santana (2017) e Costa (2018); tem estudado esta temática de maneira profunda na referida ilha.

Figura 1 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação



Fonte: Min. Cidades/IPT, 2007.

De acordo com os autores supracitados, o crescimento urbano e a ocupação de áreas inadequadas para a instalação de residências têm se constituído como o principal fator deflagrador destes fenômenos na área em questão, uma vez que os estudos morfométricos e geoambientais realizados pelos mesmos na maioria dos casos não apresentam as características ambientais como determinantes nestes processos.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e a análise realizada por Diniz (2007), o crescimento urbano de São Luís, capital do Estado do Maranhão e município integrante da ilha supracitada aumentou consideravelmente no último século, o que levou o autor a inferir que grande parte da população urbana encontra-se em áreas inadequadas para a ocupação humana.

No ano de 2010, o mesmo instituto publicou dados que revelaram um grande crescimento populacional entre os anos de 1872 e 2010 na capital maranhense, evoluindo de 31.604 para 1.014,837 habitantes (Tabela 1).

Tabela 1 – População nos Censos Demográficos, segundo os municípios das capitais - 1872/2010
 *(1) População presente. (2) População recenseada. (3) População residente

Região	Estado	Capital	1872 ¹	1890 ¹	1900 ¹	1920 ¹	1940 ¹	1950 ¹
Nordeste	Maranhão	São Luís	31.604	29.308	36.798	52.929	85.583	119.785
Região	Estado	Capital	1960 ²	1970 ²	1980 ²	1991 ³	2003 ³	2010 ³
Nordeste	Maranhão	São Luís	159.628	270.651	460.320	695.199	868.047	1.014,831

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1872, 1890, 1900, 1920, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.
 Adaptado por Santana (2018).

Partindo destes pressupostos, objetiva-se neste trabalho realizar a análise espacial da sub-bacia hidrográfica do riacho do Angelim a partir do mapeamento das áreas inundáveis e da espacialização social da renda mensal dos chefes de família na área de estudo.

A sub-bacia hidrográfica do Angelim, é área objeto de estudo deste trabalho. Recebeu esta nomenclatura por seu curso principal estar situado no bairro do Angelim em São Luís – MA. Possuindo uma área de 4,33 Km², a sub-bacia em questão está inserida no médio curso da bacia hidrográfica do Anil, situada no município de São Luís, na Ilha do Maranhão - MA (FIGURA 2).

METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, alguns procedimentos foram adotados a saber: levantamento bibliográfico e cartográfico, organização do ambiente de trabalho, realização de trabalhos de campo, mapeamento das áreas inundáveis, renda e análise espacial das áreas inundáveis.

Para o levantamento bibliográfico foram realizadas pesquisas em trabalhos produzidos e publicados sobre inundações e os aspectos sociais da população que reside em áreas inundáveis no mundo e no Brasil. Além disto, pesquisas relacionadas ao quadro geoambiental da bacia hidrográfica do Anil, São Luís - MA foram realizadas, pois a área objeto de estudo deste trabalho é parte integrante dessa bacia.

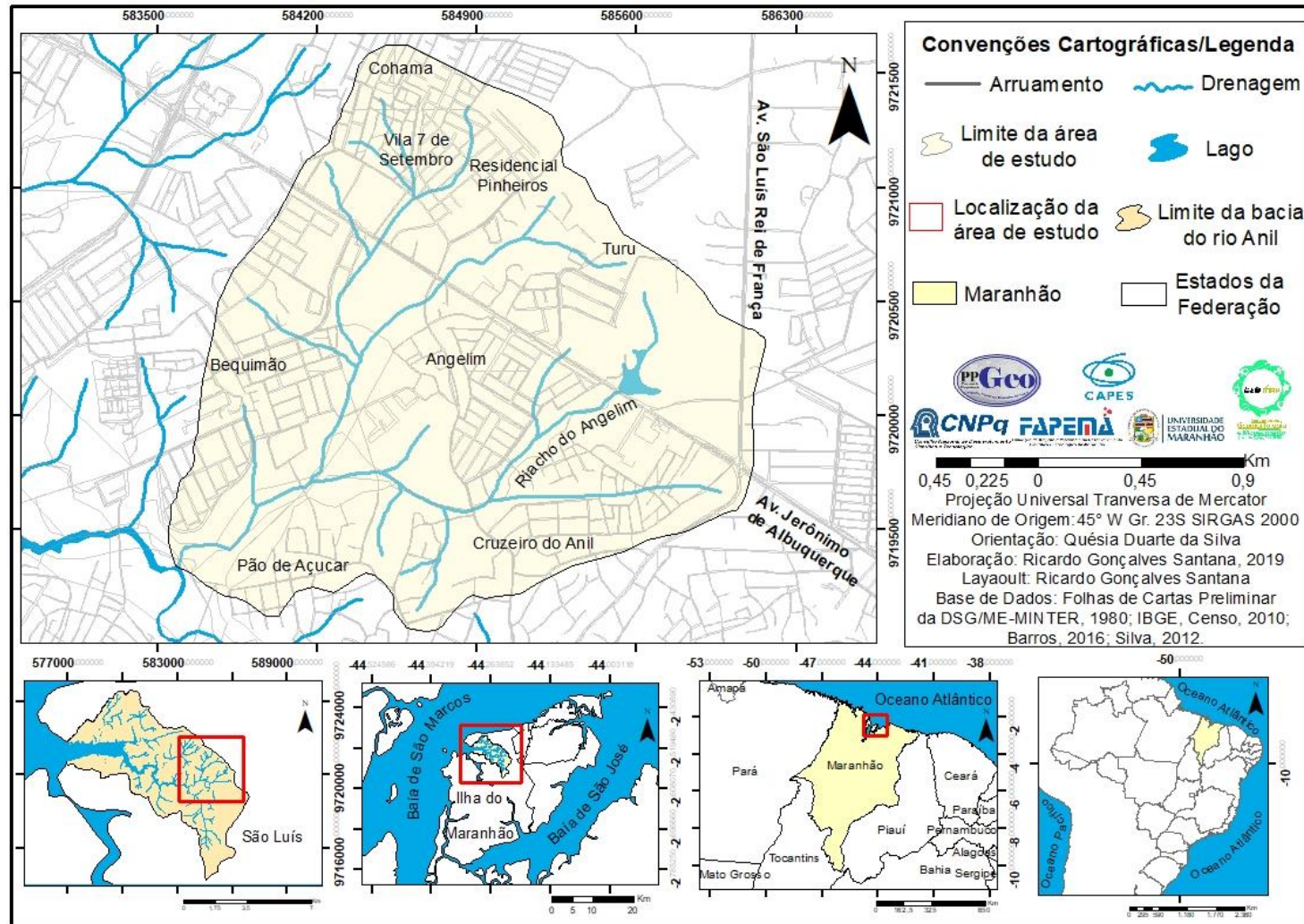
O levantamento cartográfico, por sua vez, foi realizado a partir da aquisição dos dados da bacia hidrográfica do rio Anil a partir dos bancos de dados vetoriais e matriciais do Grupo de Pesquisa Geomorfologia e Mapeamento - GEOMAP. De posse dessas informações foram elaborados e atualizados os *shapefiles* referentes à área de estudo e novos dados foram gerados.

O mapeamento temático foi realizado no SIG ArcGis da ESRI versão 10.2. Este programa foi utilizado devido à sua interface amigável e sua estrutura em três subaplicações, capaz de executar

tarefas simples ou complexas, incluindo a gestão de dados geográficos, construção de mapas, análise espacial, edição avançada de dados ou ligação à base de dados externos. Para a base do mapeamento foram utilizadas cartas topográficas da Diretoria do Serviço Geográfico/Ministério do Interior (DSG/MINTER) datadas de 1980 e na escala de 1:10.000, da qual foram extraídas a drenagem, curvas de nível e pontos cotados.

Para se obter uma análise mais detalhada sobre o tema, foi realizado um buffer nos cursos d'água com a medida expressa pelo Código Florestal (BRASIL, 2012) que corresponde as APP's, sendo na área de estudo 30 metros para as margens dos rios e 50 metros para as nascentes. Assim conseguiu-se visualizar a existência ou ausência de vegetação nas áreas.

Figura 2 – Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim, São Luís - MA



Fonte: Santana, 2018a

Um buffer é um recurso do SIG, cujo objetivo é a geração ou ampliação de uma área de influência. No ArcGis está localizado nas ferramentas do ArcToolBox. Para a elaboração do mesmo, selecionou-se os cursos d'água e as áreas de nascentes e colocou-se a medida estabelecida pela legislação brasileira.

O mapa de renda por chefe de família nos setores censitários foi elaborado a partir dos trabalhos de Nascimento (2012) através de dados do IBGE – Censo 2010. A elaboração do referido mapa foi fundamental para a compreensão de que indivíduos tem ocupado determinadas formas de relevo. A espacialização da renda comparada a morfologia da área de estudo permite uma análise dos fatores físicos e sociais da área em estudo.

Para a elaboração do mapa de renda utilizou-se o arquivo “Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultado do Universo por setor censitário”. As variáveis do fator renda foram retiradas da tabela “Arquivo Renda da Pessoa Responsável”, e a variável “Pessoas Responsáveis” foi retirado do “Arquivo Responsável pelo domicílio, total e homens” (QUADRO 1).

Quadro 1 – Variáveis utilizadas para elaboração do mapa de renda

Fatores	Variáveis
Responsável Renda	V001 – Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até ½ salário mínimo.
	V002 – Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de ½ a 1 salário mínimo.
	V010 – Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal.
Responsável pelo domicílio	V001 – Pessoas responsáveis.

Fonte: IBGE, 2010.

Além do mapeamento foram realizados trabalhos de campo, os quais foram fundamentais para a validação das informações geradas em gabinete, para correção de dados e para novas discussões. Foram realizados 6 trabalhos de campo em um período de nove meses aproximadamente (fevereiro a novembro de 2017).

As áreas inundáveis foram mapeadas a partir dos trabalhos de gabinete e campo. Sobretudo, o trabalho de campo foi fundamental para o mapeamento destas áreas. Através do diálogo com a população residente nas áreas e da análise dos aspectos geoambientais em gabinete foi possível mapear as cinco áreas de inundação na área de estudo.

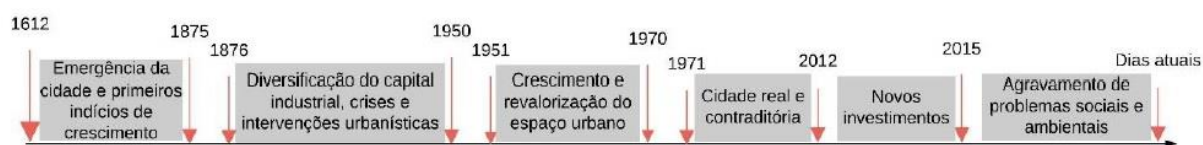
Por fim, a análise espacial foi realizada, levando em consideração os aspectos geoambientais da área, a população residente, as condições de ocupação e moradia das mesmas e os fenômenos de inundação ocorrentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerada por Silva (2012) como a quarta maior bacia hidrográfica da Ilha do Maranhão em dimensão areal, a bacia hidrográfica do Anil possui diversos problemas socioambientais, tais como condições de domicílios suscetíveis a inundações, alagamentos, erosões e deslizamentos, ausência de infraestrutura urbana básica para a população como coleta e tratamento do esgoto, água potável, coleta e disposição dos resíduos sólidos, assim como a veiculação de doenças que estão diretamente relacionadas às condições supracitadas.

Tais problemas estão diretamente relacionados à ocupação da área de estudo, tendo em vista que a organização da cidade de São Luís foi iniciada nas margens dos rios Anil e Bacanga (FIGURA 3). Segundo Costa (2018), a história deste rio se confunde com a própria história do município de São Luís, pois nas margens dele foi fundado o primeiro núcleo do que seria hoje a cidade.

Figura 3 - Linha do tempo da produção do espaço urbano em São Luís - MA



Fonte: Costa, 2018.

De acordo com D'Abeville (2002), o Forte de São Luís foi construído na desembocadura do rio no mar, ao pé de um rochedo, e onde havia o único ancoradouro da Ilha do Maranhão sendo possível neste fundear com toda segurança navios de mil a mil e duzentas toneladas.

Inicialmente, o Forte São Luís constituía-se como a forma, exercendo a função militar com uma estrutura de controle da região que a partir desta estrutura daria vida ao processo mercantil, que abasteceria, a partir da produção agrícola, Lisboa (COSTA 2018).

Assim, de acordo com Souza (2005), esta se caracteriza como a primeira fase dos surtos de ocupação do rio Anil, que corresponde à primeira metade do século XIX. A partir da segunda metade do referido século é caracterizada a segunda fase dos surtos de ocupação do rio Anil que apontava para a construção das estradas que ligavam o centro aos atuais bairros do Anil, João Paulo, Vinhais e Calhau, o que contribuiu para a descentralização urbana do centro histórico.

Por esta razão, a elite buscou novos locais de moradia e encontraram no chamado Caminho Grande, quintas e sítios que funcionavam como áreas de fuga do núcleo central e portuário, o que permitiu que a urbanização no início da década de 60 se concentrasse nessa região (BURNETT, 2012).

Entre as décadas de 60 e 70 incentivos da União através do Sistema Federal de Habitação e do Banco Nacional de Habitação, foi criada no ano de 1966 a Companhia de Habitação Popular do Maranhão (COHAB-MA), que possibilitou a fixação de moradias para pessoas com rendimento mensal de 1 a 3 salários mínimos. Assim surgem através da COHAB-MA os conjuntos habitacionais Anil I, II e III de 1967 a 1970 (FERREIRA, 2014, COSTA, 2018).

A partir dos anos 80 e 90, de acordo com Ferreira (2014) e Costa (2018), os investimentos do setor habitacional ficaram restritos ao IPEM - Instituto Previdenciário dos Servidores do Estado do Maranhão; no período de 1981 a 1991 este produziu onze conjuntos habitacionais (1.392 apartamentos), visto que a participação das Cooperativas e COHAB foram drasticamente diminuídas devido à crise econômica. Dentre os conjuntos construídos elenca-se o Residencial Angelim e Bequimão, sendo estes inseridos no médio curso da bacia hidrográfica do rio Anil, mais especificamente na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim (QUADRO 2).

Quadro 2: Síntese da Ocupação na bacia hidrográfica do rio Anil

Período	Síntese da Ocupação
Primeira metade do século XIX	A ocupação da bacia do Anil estava restrita aos arredores da Praia Grande, atual centro histórico de São Luís, que compreende a margem esquerda do rio Anil, próximo a sua foz.
Segunda metade do século XIX	Neste período foram construídas estradas ligando o centro de São Luís aos atuais bairros do Anil, João Paulo, Vinhais e Calhau, contribuindo para a descentralização urbana gradual do centro histórico. As estradas ligavam em sua maior parte sítios, quintas e pequenos núcleos no entorno de indústrias, nas proximidades.
Início da década de 1960	Até a década de 1960, a urbanização da bacia do Anil estava praticamente restrita ao entorno do eixo viário do chamado Caminho Grande, que ligava o Centro da cidade de São Luís à cidade de São José de Ribamar, espalhando-se ao longo da margem esquerda do rio Anil, descendo em direção às áreas de manguezais. Assim surgiram bairros como Liberdade (Matadouro), Monte Castelo (Areal), Alemanha, Caratatiua, Jordoa e Sacavém.
Início da década de 1970	A partir do final da década 1960 e início dos anos 1970 começa a ocupação maciça da margem direita do rio Anil, em virtude da construção de duas pontes sobre este e de diversos conjuntos habitacionais, que começaram a avançar em direção ao tabuleiro central da Ilha do Maranhão (onde atualmente localiza-se o Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado).
Décadas de 1980 e 1990	Os anos 1980 e 1990 se caracterizaram pela multiplicação de ocupações irregulares, comumente chamadas de invasões, em sua maior parte na região do tabuleiro central da Ilha do Maranhão e nas proximidades das nascentes de rio Anil. Houve também o crescimento de bairros na margem direita do rio citado, próximo à foz, como São Francisco e Renascença.

Dos anos 1990 até a atualidade	Desde o fim dos anos 1990 até os dias atuais, observa-se a intensa verticalização da margem direita do rio Anil e a ampliação de bairros nesta margem em direção à calha do rio, que vem sendo gradativamente aterrada, uma vez que a ocupação desta bacia já atingiu seu ponto de saturação, restando ainda poucas áreas verdes, em sua maioria manguezais e várzeas, vulneráveis ao lucrativo mercado imobiliário.
--------------------------------	--

Fonte: Santana (2017) adaptado de Souza (2005).

A população que passou a residir nos condomínios construídos na área de estudo apresentava-se estruturada do ponto de vista econômico e social. Porém a proliferação de áreas de ocupação irregular próximo das nascentes e da desembocadura do rio Anil promoveram problemas como o assoreamento dos canais fluviais e aterro das nascentes.

Com o investimento no incremento imobiliário, tendo em vista o aumento populacional na capital e na Ilha do Maranhão, muitos condomínios foram construídos nas áreas tabulares, inclusive os existentes na área de estudo. Porém, tais investimentos não conseguiram suprir a necessidade habitacional da população o que resultou na ocupação das áreas de preservação permanente como é o caso das nascentes, planícies e mangue na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim.

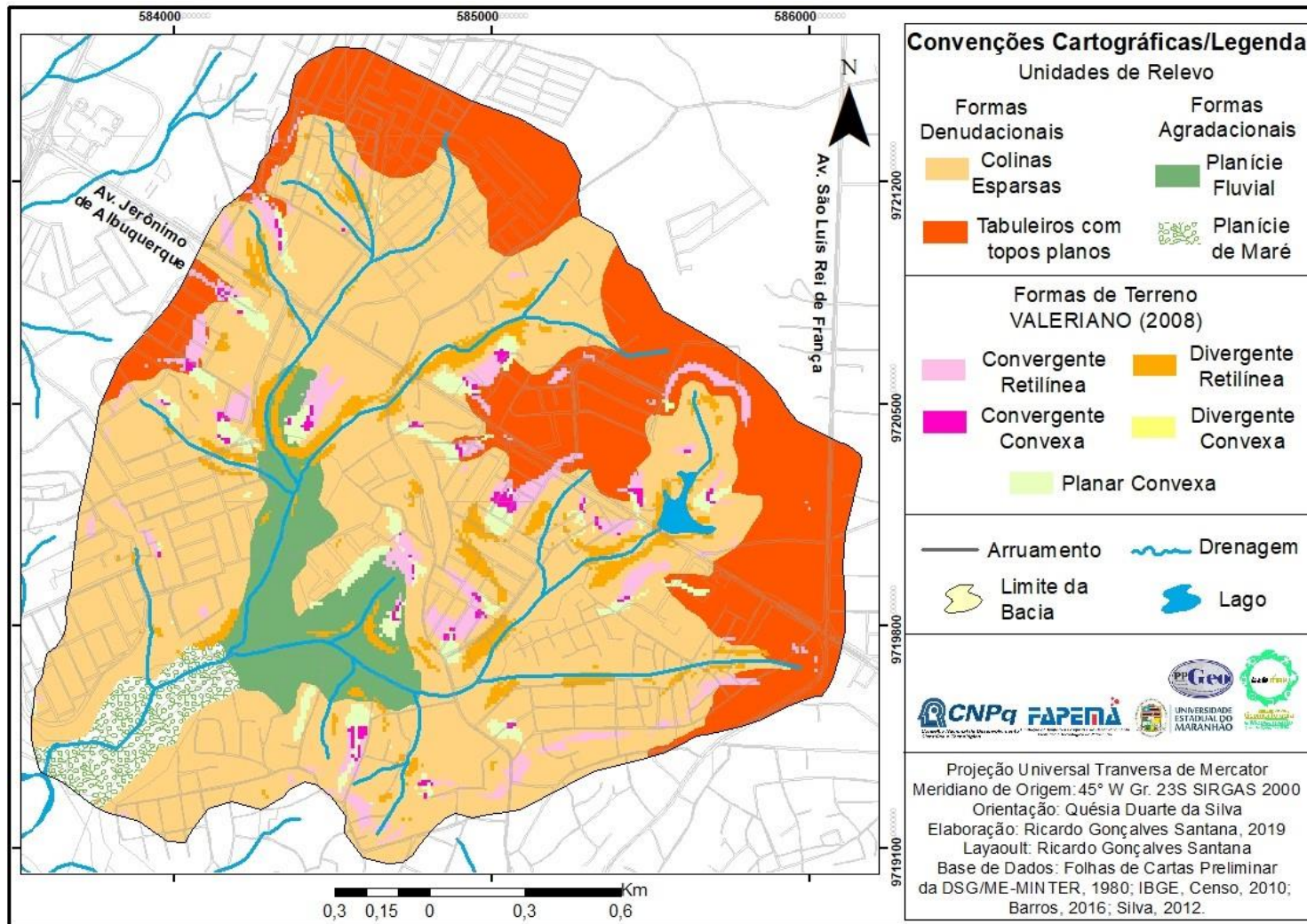
A distribuição espacial das moradias tem ligação direta com o relevo. A ocupação deste, por sua vez, constituiu-se em um dos fatores contribuintes para a deflagração de problemas socioambientais. Na área em estudo têm-se morfologias denudacionais como os tabuleiros com topos planos e as colinas esparsas e morfologias agradacionais como as planícies fluvial e de maré (FIGURA 4).

Na porção norte e leste encontram-se os tabuleiros com topos planos. Na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim, estas morfologias têm variação altimétrica de 40 a 50 metros possuindo declividades inferiores a 2% o que corresponde a aproximadamente 9% da área de estudo.

Os tabuleiros são as morfologias responsáveis pela recarga dos aquíferos. Por esta razão, a ocupação destas deve ser realizada com planejamento adequado, uma vez que a impermeabilização destas morfologias além de impossibilitar a recarga dos aquíferos, proporcionará o acúmulo de águas pluviais, gerando assim alagamentos diversos, pois o processo de infiltração também é inexistente nestes casos.

Nas áreas próximas aos tabuleiros estão as colinas esparsas, situando-se entre 30 e 39 metros de altitude apresentando declividades entre 2% e 6%, não ocorrendo na área de estudo declividades superiores a 20%. Esta morfologia possui maior representatividade areal com aproximadamente 65% da localidade. Predominam nesta feição a ocorrências das formas de

Figura 4: Unidades de relevo e formas de terreno da sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim, São Luís - MA



Fonte: Santana, 2018b

vertentes, sendo na sub-bacia em questão as vertentes planares retilíneas de maior predominância ocupando mais de 80% da área.

Quanto às formas ditas extremas com máxima concentração e escoamento são as formas convergentes côncavas, consideradas mais susceptíveis a enchentes e consequentes inundações, por causa da concentração do fluxo de escoamento (MACHADO; LIMA, 2013). Porém, na área em estudo esta combinação de formas de terreno não ocorre, refletindo na forma de ocupação das morfologias o principal fator deflagrador dos fenômenos de inundação na localidade.

Na porção central têm-se as planícies fluviais que ocupam 13,16% da área de estudo. São caracterizadas por serem morfologias de agradação de sedimentos de origem aluvionares e coluvionares. Na área em estudo estas morfologias apresentam declividades inferiores a 2%.

As planícies de maré, por sua vez, estão situadas na porção sul do riacho do Angelim com declividades inferiores a 2% e altitudes variantes entre 10 e 15 metros. Estas morfologias estão acima da maré baixa, porém são inundadas na maré alta. De acordo com Press *et. al* (2006) são localidades muito rasas e muito instáveis.

As áreas naturalmente inundáveis são as planícies fluviais e de maré, pois as cheias fazem parte da dinâmica das bacias hidrográficas. No caso das planícies fluviais as áreas de APP são demarcadas levando em consideração a largura do canal fluvial, tendo em vista que cada rio terá uma vazão maior ou menor dependendo da sua descarga hídrica. No caso das planícies de maré todo o mangue é uma Área de Proteção Permanente. Por estas razões, estas áreas devem ser preservadas, uma vez que, são ambientes instáveis e possuem uma função ecológica fundamental para o ambiente.

A partir dos trabalhos de campo foram mapeadas cinco áreas inundáveis na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim. Estas são áreas de APP e por lei deveriam estar protegidas e com vegetação preservada, porém em campo constatou-se que estas localidades estão ocupadas.

Em São Luís têm-se dois períodos distintos, o período chuvoso, de dezembro a junho e o período de estiagem, de julho a novembro. Durante os seis primeiros meses do ano as pessoas que residem nas áreas inundáveis têm perdas significativas como móveis, eletrodomésticos, residências e de saúde, levando em consideração as doenças de veiculação hídrica.

Levando em consideração o processo de ocupação de São Luís e conseqüentemente da área de estudo, elaborou-se um mapa com a espacialização por setor censitário do percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios com rendimento mensal de até um salário mínimo na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim, baseando-se no Censo 2010 do IBGE.

De acordo com a Figura 5 pode-se observar que das cinco áreas inundáveis mapeadas, apenas uma encontra-se na porção norte da bacia, estando localizada em área onde até 18% dos chefes de

família recebem um salário mínimo. As demais manchas de inundação estão localizadas em áreas em que 28% a 75% dos moradores recebem até um salário mínimo, podendo o valor da renda do chefe de família ser inferior a isto ou até mesmo sem renda.

Assim, percebeu-se através dos mapeamentos e dos trabalhos de campo que existe uma diferenciação espacial de ocupação nos diversos compartimentos do relevo. As áreas planas na área de estudo são ocupadas por pessoas que possuem poder aquisitivo mais elevado, o que foi proporcionado pelo histórico de ocupação da localidade e as áreas de várzea e fundos de vale estão ocupadas por indivíduos com menor poder aquisitivo e em alguns casos com recursos financeiros mínimos ou inexistentes.

As áreas tabulares, onde estão fixadas as residências de médio padrão, possuem mínima infraestrutura básica como pavimentação, sarjetas, bocas de lobo, recolhimento dos resíduos sólidos, limpeza das vias. Já as áreas de planícies no riacho do Angelim não são contempladas com a infraestrutura básica, os resíduos sólidos e líquidos são descartados nos córregos, não existe pavimentação das vias e nem limpeza das mesmas.

Levando em consideração que o processo de ocupação da sub-bacia favoreceu determinada classe social e que o mercado imobiliário foi segregador, as pessoas que não foram contempladas no processo imobiliário precisaram fixar residência em algum espaço.

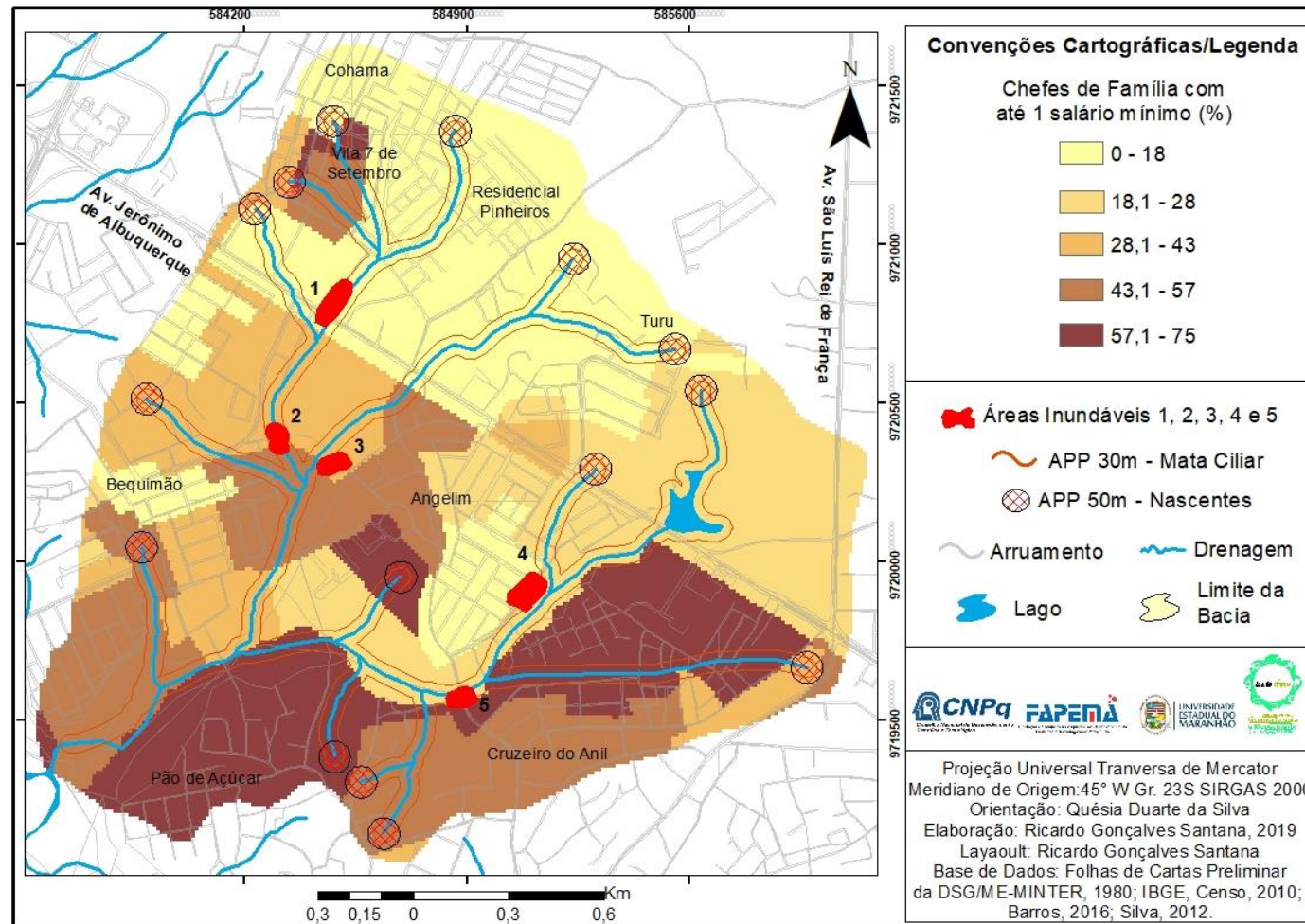
Devido a ineficácia das leis brasileiras, as áreas de APP têm sido vendidas por preços acessíveis, quando comparados com outros compartimentos do relevo. Em outros casos, essas áreas são ocupadas espontaneamente e dentro de poucos meses diversas residências de alvenaria já estão levantadas nesses locais. No Riacho do Angelim, as áreas inundáveis estão diretamente relacionadas com o processo de ocupação espontânea.

A área inundável 1 está situada no bairro do Angelim. Trata-se atualmente de um bairro de classe média-baixa em São Luís. O canal fluvial passa por baixo da Avenida Jerônimo de Albuquerque, uma das maiores avenidas da cidade. Esta área compreende uma pequena parte da

referida avenida e a rua um do bairro Angelim. Segundo Santana (2017), durante o período chuvoso a avenida fica submersa com a inundação.

As áreas inundáveis 2, 3 e 4 também se encontram no bairro Angelim. O canal fluvial encontra-se assoreado, a margem direita está degradada pela atividade antrópica de descarte de resíduos sólidos no local.

Figura 5: Espacialização das áreas inundáveis e percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios com rendimento mensal de até um salário mínimo na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim, São Luís - MA



Fonte: Santana, 2018c.

A área inundável 5 é considerada por Santana (2017) como a mais significativa do ponto de vista das perdas materiais. Anualmente os moradores perdem eletrodomésticos, móveis, eletroeletrônicos e possuem problemas de saúde relacionados a água contaminada.

Nessa localidade identificou-se residências construídas na planície de inundação, muito próximas a borda do leito menor (Figura 6a). Durante o período de estiagem, alguns canais ficam cobertos por gramíneas (Figura 6b).

Alguns moradores construíram suas residências no fundo do vale, construindo estruturas para que a água passe por baixo da residência sem afetá-la diretamente (Figura 6c). Essas estruturas por sua vez agregam insetos e parasitas que podem trazer problemas de saúde para a população local. O tráfego de pedestres fica comprometido durante o período chuvoso na área de estudo. Devido as condições morfológicas não existe tráfego de automóveis nesta localidade.

Efluentes domésticos são lançados *in natura* no canal (Figura 6d) e muitos resíduos sólidos são depositados nas bordas do leito menor, onde se inicia a planície de inundação (Figura 6e).

Figura 6: Área inundável 5 na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Angelim, São Luís – MA



Fonte: Santana, 2018d.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inundações ocorrem de maneira natural, levando em conta todos os condicionantes naturais como a forma do relevo; as características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; a intensidade, a quantidade, a distribuição e a frequência das chuvas; as características do solo e a presença ou ausência de cobertura vegetal. Elas podem ser intensificadas através de ações humanas, sobretudo devido à ocupação de áreas inadequadas.

No riacho do Angelim existem diferenciação de padrões de ocupação e renda nos diferentes compartimentos do relevo. Nas áreas aplainadas estão concentradas as residências de médio padrão, a infraestrutura é mais adequada do que nas áreas próximas as planícies.

Constatou-se em campo que a legislação não tem sido cumprida e as áreas de APP estão ocupadas, o que tem gerados os diversos problemas tais como perda de móveis, eletrônicos, saúde, qualidade de vida etc.

Mediante o descumprimento das leis, os rios têm perdido o seu espaço, pois o crescimento urbano promove a ocupação de mais espaços e as áreas de planícies têm sido utilizadas para a fixação de empreendimentos diversos. Os rios, por sua vez, procuram retornar ao equilíbrio, porém, não havendo condições para isso as águas que escoam nas calhas fluviais invadem as residências que estão nas áreas inadequadas para a ocupação.

Nota-se que a renda dos chefes de família não proporciona melhores condições de moradia para eles; além disso, anualmente as famílias têm perdas materiais significativas, o que sustenta um ciclo de pobreza.

Entende-se que essa situação conflitante é resultado do desconhecimento da população sobre as leis acerca dos recursos hídricos com é o caso do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) ou do fato da população não possuir alternativas financeiras para ocupar melhores espaços.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. P. S.; SILVA, Q. D.; COSTA, C. M.; BARROS, D. V.; GARRITO, A. C.; VIANA, J. D. **Enchentes e inundações no médio curso da bacia hidrográfica do Paciência**. São Luís: UEMA, 2014.

BARROS, D. V.; SILVA, Q. D.; R.; GARRITO, A. C.; COSTA, C. M.; VIANA, J. D.; ARAUJO, R. P. S. **Enchentes e inundações na bacia hidrográfica do Prata**. São Luís3: UEMA, 2014.

BARROS, D. V.; SILVA, Q. D.; TEIXEIRA, E. C.; COSTA, C. M.; SANTANA, R. G. Morfometria, uso e cobertura do solo como indicadores de enchentes e inundações na Bacia do Rio do Prata, Ilha do Maranhão. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, p. 217-226, 2016.

BARROS, D. V.; COSTA, C. M.; ARAUJO, R. P. S. As formas de vertentes e sua influência nos fenômenos de enchentes e inundações: o caso da bacia hidrográfica do prata, ilha do Maranhão -MA. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE



GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2015, TERESINA. **Bacias hidrográficas - métodos e técnicas de estudo, usos, ocupação e conflitos no Espaço Geográfico**. TERESINA, 2015. v. XVI. p. 3253.

BARROS, D. V.; SILVA, Q. D.; TEIXEIRA, E. C.; COSTA, C. M.; SANTANA, R. G. Diagnóstico de áreas de risco à inundações na bacia hidrográfica do Prata, Ilha do Maranhão. In: VIANA, Victória do Nascimento; SOUZA, Wallason Farias; CHAVES, Leilane Oliveira; GORAYEB, Adriane. (Org.). **Educação ambiental, geotecnologias e cartografia social**. 1ed. Mossoró: Edições UERN, 2017, v. 3, p. 52-60.

BURNETT, F. L. **Uso do solo e ocupação territorial na região metropolitana de São Luís: dinâmica econômica e realidade sócio-ambiental dos Municípios de São Luís e São José de Ribamar**. Relatório de pesquisa. São Luís: Setagraf, 2012.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Legislação:** Leis Ordinárias. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/legislacao/regularizacao-fundiaria/legislacao-federal/leis-federais/6766.pdf/view>. Acesso em: 28/ agosto /2018.

BRASIL. LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm Acesso em 01 mai 2018.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S.; Druck, S.; Monteiro, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA (ISBN: 85-7383-260-6), 2004.

COSTA, C. M.; SILVA, Q. D.; BEZERRA, J. F. R.; GARRITO, A. C.; BARROS, D. V.; SANTOS ARAÚJO, R. P. **Enchentes e inundações no alto curso da bacia hidrográfica do Paciência**. São Luís: UEMA, 2014.

COSTA, C.; M. **Inundações urbanas: estudo de caso do alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência - Ilha do Maranhão** (Monografia de Graduação – Geografia) Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015, p. 113.

COSTA, C. M.; SILVA, Q. D.; BARROS, D. V.; C. **Geografia Física e Desastres Naturais**. In: Archimedes Perez Filho; Raul Reis Amorim. (Org.). Mapeamento do risco real de inundações na região hidrográfica Apaco, alto curso do rio Paciência - Ilha do Maranhão. 1ed. Campinas: Instituto de Geociências, 2017a, v. 1, p. 3807-3817.

COSTA, C. M.; SILVA, Q. D.; COSTA, I. R.; BARROS, D. V.; TEIXEIRA, E. C. Suscetibilidade a inundações a partir das variáveis morfométricas na região hidrográfica Eliezer Silva - alto curso do rio paciência. **Revista Entorno Geográfico**. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i13.6020>, v. 13, p. 13-16, 2017b.

COSTA, C.; M. **Risco de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís – Maranhão** (Dissertação de Mestrado – Geografia) Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018, p. 156.

D'ABEVILLE, C. **História da missão dos padres capuchinhos – Na Ilha do Maranhão e sua circunvizinhanças**. São Paulo, SP: Ed. Siciliano, 2002.

DINIZ, J. S. As Condições e Contradições no Espaço Urbano de São Luís (MA): Traços Periféricos. In: **Ciências Humanas em Revista**. Núcleo de Humanidades, v. 5, n. 1. p. 167 – 180. São Luís, 2007.

DSG/ME. Topografia 1: 10.000. **Cartas topográficas**. Folhas 23 e 24. 1980. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br/subsidio/>>. Acesso em: nov. de 2016.

DREW, D. **Processos interativos Homem-Meio Ambiente**. São Paulo: Diefel, 1986. 206p.

FERREIRA, P. F.M. **Diagnóstico dos impactos socioambientais urbanos em Itacaré (BA)** (Dissertação de Mestrado – Geociências) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011, p. 160.

FERREIRA, A. J. A. **A produção do espaço urbano em São Luís do Maranhão: passado e presente há futuro? São Luís: EDUFMA, 2014.**

FRANCA, D. V. B. ; SILVA, Q. D. ; TEIXEIRA, E. C. ; COSTA, C. M. ; SANTANA, R. G. . Diagnóstico de Áreas de Risco a Inundações na Bacia Hidrográfica do Prata, Ilha do Maranhão. In: Victória do Nascimento Viana; Wallason Farias de Souza; Leilane Oliveira Chaves; Adryane Gorayeb. (Org.). **Educação Ambiental, Geotecnologias e Cartografia Social**. 1ed. Mossoró - RN: Edições UERN, 2017, v. p. 52-60.

GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

IBGE. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1960.

_____. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1970.



Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 502-520, Set. 2019, <http://uvanet.br/rcgs>. ISSN 2316-8056 © 1999, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Todos os direitos reservados.

- ____. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.
- ____. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- ____. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- ____. **Cidades**. Disponível em< <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 20 out. 2008.
- ____. **Cidades**. Disponível em< <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 05 jan. 2012.
- ____. **Cidades**. 2012 Disponível em< <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 08 mai. 2018.
- MACHADO, L. E. G. LIMA, C. V. Mapeamento geomorfológico da bacia do rio Água Limpa (GO) com base em parâmetros morfométricos e morfográficos. *Ateliê Geográfico*, Goiânia, v. 7, n. 3, p.79-109, dez.2013. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/ateliê/article/viewFile/20271/15711>>. Acesso em: ago. 2019.
- MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES/ INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. CARVALHO, C.S; MACEDO, E.S.de; OGURA, A.T., organizadores. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios**. 1ª Ed. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007.
- NASCIMENTO, E. Produção de uma topografia social urbana. Fortaleza: **Revista Mercator**, v.11; n.26; p.75-94, 2012.
- SANTANA, R. G.; SILVA, Q. D.; FRANCA, D. V. B. **Análise dos Condicionantes Antrópicos no Riacho do Angelim-São Luís/MA: Estudo de Enchentes e Inundações**. In: VIII CIETA - Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales, 2018, Foz do Iguaçu. VIII Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales. Foz do Iguaçu: UNIOESTE, 2018. p. 540-550.
- SANTANA, R.G. **Elaboração de cartografia**. 2018a.
- SANTANA, R.G. **Elaboração de cartografia**. 2018b.
- SANTANA, R.G. **Elaboração de cartografia**. 2018c.
- SANTANA, R.G. **Elaboração de figura**. 2018d.
- SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. O Brasil: **Território e sociedade no início de século XXI**. 11ed. Rio de Janeiro: Record, 2008. 473p.
- SILVA, Q. D. **Mapeamento Geomorfológico da Ilha do Maranhão**. 2012. 249f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.
- SOUZA, B. B. G. **Caracterização de Indicadores Socioambientais na Bacia do Rio Anil, São Luís -MA, como subsídio à Análise Econômica-Ambiental do Processo de Desenvolvimento**. Tese. (Geoquímica Ambiental). Universidade Federal Fluminense, 2005.
- TEIXEIRA, E. C.; COSTA, I. R.; COSTA, C. M.; SILVA, Q. D.; RODRIGUES, T. O.; BARROS, D. V.; VIANA, J. D.; SANTANA, R. G.; CORDEIRO, P. W. S. **Situação das áreas com inundações na sub-bacia hidrográfica do riacho do Turu, São Luís - MA**. São Luís: UEMA, 2015.
- TEIXEIRA, E. C.; SILVA, Q. D.; COSTA, I. R.; COSTA, C. M.; RODRIGUES, T. O.; BARROS, D. V.; SANTANA, R. G. **Enchentes e inundações no alto curso da bacia hidrográfica do anil, Ilha do Maranhão**. São Luís: UEMA, 2016.
- VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. Definições e vulnerabilidades do risco. In. VEYRET, Y (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2ª ed., 2013.