

## **GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ANÁLISE DO AVANÇO DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ILHA DO MARANHÃO**

Yata Anderson Gonzaga Masullo (\*), José de Ribamar Carbalho do Santos

\* Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC; e-mail: yanderson3@hotmail.com

### **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos ambientais decorrentes do processo de urbanização, na Ilha do Maranhão, composta pelos municípios de São Luís, Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar. Os municípios passaram por um intenso processo de produção e reprodução do espaço urbano entre as décadas de 1980 e 2010, com a implantação de grandes projetos. Conforme o IBGE (1996), a população da região em 1980 possuía 498.8961 habitantes, atualmente existe cerca de 1,3 milhões de habitantes. Como consequência tem-se a ocorrência de erosão, diminuição da vegetação, formação de microclima, a remoção das dunas e aumento da contaminação das águas. Com o método hipotético-dedutivo, leva-se em consideração a identificação dos impactos ambientais, com o emprego do SIG's. Através da interligação dos conhecimentos geográficos, pôde-se destacar a importância de metodologias como o geoprocessamento para identificação de áreas de risco. O processamento dos dados mostra um aumento de área ocupada e solo exposto da Ilha do Maranhão, onde São Luís obteve um aumento de 61%, já os municípios de Paço do Lumiar, São José de Ribamar, Raposa obtiveram uma ampliação da sua área ocupada em 133%, 83% e 60% respectivamente. Esse processo influenciou o clima da região, alterando a dinâmica da paisagem da Ilha, com menos vegetação em seus arredores, o centro das cidades acaba tendo uma menor umidade do ar em consequência da maior temperatura, que provoca áreas de baixa pressão. Essa relação foi identificado com a utilização da banda 6 do canal termal, do sensor do TM/Landsat-5 com resolução espacial de 30m, onde foi possível calcular o calor emitido em temperatura aparente de superfície. Comparando as imagens de 1992 e 2010, pode-se perceber nitidamente a expansão das ilhas de calor, determinando o predomínio de temperaturas entre 33° e 37° em toda região no ano de 2010. Como resultado, foi sistematizado uma análise dos fenômenos percebidos nas diferentes escalas espaciais, apresentando manifestações de ordem local e regional que demandam melhor conhecimento de suas configurações geográficas, abordando a dinâmica das populações humanas e das políticas públicas empregadas. Percebe-se um cenário que reflete a relação homem - natureza, o que determina e estabelece o desenvolvimento e as interações na sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Urbanização, Impactos ambientais e Ilha do Maranhão.

### **1 INTRODUÇÃO**

O avanço da urbanização intensifica mudanças no ambiente, provocando diferentes impactos ao solo, água, atmosfera, e à biodiversidade, com graves consequências para a sociedade. As modificações na cobertura vegetal e no uso da terra são importantes fatores que induzem as variações ambientais em diferentes escalas, o que resulta em significativas alterações nos ecossistemas, nos fluxos biogeoquímicos e no clima.

Esse sistema ocasiona inúmeros problemas pela ineficácia do planejamento e de técnicas adequadas para o tratamento da água e esgoto, os quais servem como excelentes meios de difusão de uma grande quantidade de doenças transmitidas por vetores, além de sérios prejuízos para populações rurais e urbanas.

No complexo processo de urbanização, os agravos a sociedade podem ser consequência da distribuição desigual no espaço, irradiando fontes de contaminação ambiental, além de expor a diversos riscos a população mais pobre (CORVALÁN et al., 1996). As perpetuações destes impactos afetam e introduzem novas questões a um cenário de distorção do que seria bem-estar e qualidade de vida; portanto, a organização social determina as políticas públicas e os modos de produção e reprodução do espaço (COSTA, 2001).

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos ambientais decorrentes do processo de urbanização, na Ilha do Maranhão, composta pelos municípios de São Luís, Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar. Os municípios passaram por um intenso processo de produção e reprodução do espaço urbano nas últimas décadas, deflagradas pela implantação de grandes projetos.

Com o emprego do Sistema de Informação Geográfica - SIG's identifica-se padrões e interligam-se os conhecimentos geográficos. Dessa forma pode-se otimizar o planejamento e diminuir as áreas de risco melhorando a gestão dos espaços urbanos.

## 2 METODOLOGIA

A partir dessas concepções, idealizou-se um modelo para a elaboração da área de estudo, utilizando o método hipotético-dedutivo proposto por Pooper, no século XX, onde parte-se de hipóteses formuladas para deduzir implicações e consequências da relação homem-natureza, sobre os setores da sociedade com destaque para os impactos ambientais. Com uma abordagem de pesquisa qualitativa alicerçada por técnicas do Sistema de Informação Geográfico - SIG's.

No caso específico da Ilha do Maranhão, foram utilizadas duas camadas - uma para identificar a área com vegetação e a outra para a identificação da área ocupada e solo exposto. Ainda utilizando as imagens cedidas pelo INPE, foi feito o processamento dos dados de sensoriamento remoto da banda 6 (canal termal) das imagens, através do Arc Gis 10.1, com as extensões Spatial Analyst e posteriormente com a Image Analysis, para gerar o Normalized Difference Vegetation Index - NDVI e as temperaturas nas imagens orbitais de São Luís. As informações extraídas das imagens foram completadas com os dados de temperatura, pluviosidade e umidade repassados pelo Laboratório de Meteorologia - LABMET da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

Após o mapeamento da área de estudo foram realizados trabalhos de campo, que permitiram a caracterização da dinâmica da região em relação ao uso e cobertura do solo, além do monitoramento das alterações provocadas por construções tanto privadas quanto públicas, bem como para dirimir dúvidas acerca da fotointerpretação das imagens obtidas. Ainda em campo, foram realizados levantamentos fotográficos dos principais aspectos observados e aplicação de entrevistas informais com moradores, objetivando identificar os principais impactos ambientais na Ilha do Maranhão.

## 3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A Região de Planejamento da Ilha do Maranhão (IMESC, 2008), encontrando-se na zona costeira maranhense, mais precisamente nas coordenadas 02°22'23" e 02°51'00" Latitude Sul; 44°26'41" e 43°59'41" de Longitude Oeste.

O rápido crescimento populacional pelo qual vem passando os municípios da Ilha mencionada e principalmente São Luís acarreta o aumento da ocupação desordenada responsável pelo surgimento de variados problemas de ordem ambiental, estético, sócio-econômico ou urbano (SANTOS, 1996).

Nesse contexto, São Luís deve ser considerado como um reflexo das dinâmicas externas do capital. A contar daí, se desenvolveu muitos núcleos habitacionais que passaram a "gravitar" como o Centro da capital maranhense. O espaço foi se artificializando a partir de técnicas de terraplanagem e de sucessivos aterros de áreas de nascentes, de cursos d'água de pequeno porte, de zonas intertidais (vasas de manguezais e proximidades de praias), além do surgimento de novas áreas de ocupação e dos primeiros conjuntos habitacionais (DIAS; NOGUEIRA JÚNIOR, 2005).

De acordo com Silva (1995), São Luís na década de 1950 possuía um corredor de ocupação, o corredor *Centro – Anil*, já nos anos 1960 houve a implantação da barragem do Bacanga e de duas pontes sobre o rio Anil, que concorreram para o incremento da ocupação; isso possibilitou a migração, fazendo com que a população se dirigisse para os setores Oeste e Norte e, mais tarde, a Leste margeando o rio Anil de maneira que, atualmente, tal ocupação adentrou os municípios de São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar, que gradativamente foram transformadas em áreas periféricas da capital. Isto porque

[...] na segunda metade da década de 1960 (DIAS, 2004), dos empreendimentos de construção civil financiados pelo Governo Federal (SFH/BNH) e pelas Companhias Estaduais de Habitação, ocorreu um significativo período de impactos e degradações dos recursos ambientais da Ilha, visto que esta política habitacional envolveu sobremaneira os municípios de São Luís e Paço do Lumiar, sendo repercutidas as suas sequelas em São José de Ribamar. Entre os anos de 1971 e 1999

surgiram 55 (cinquenta e cinco) conjuntos habitacionais (FERREIRA, 2002), sendo os principais: Cohab-Anil (I, II, III e IV); IPASE; Angelim; Vinhais; Cohama; Cohajap; Maranhão Novo; Cohatrac e entorno; Cohapam; Maiobão; Cidade Operária; São Raimundo; Jardim América (I e II); Parque Vitória, dentre vários outros. (DIAS; NOGUEIRA JÚNIOR, 2005, p. 10).

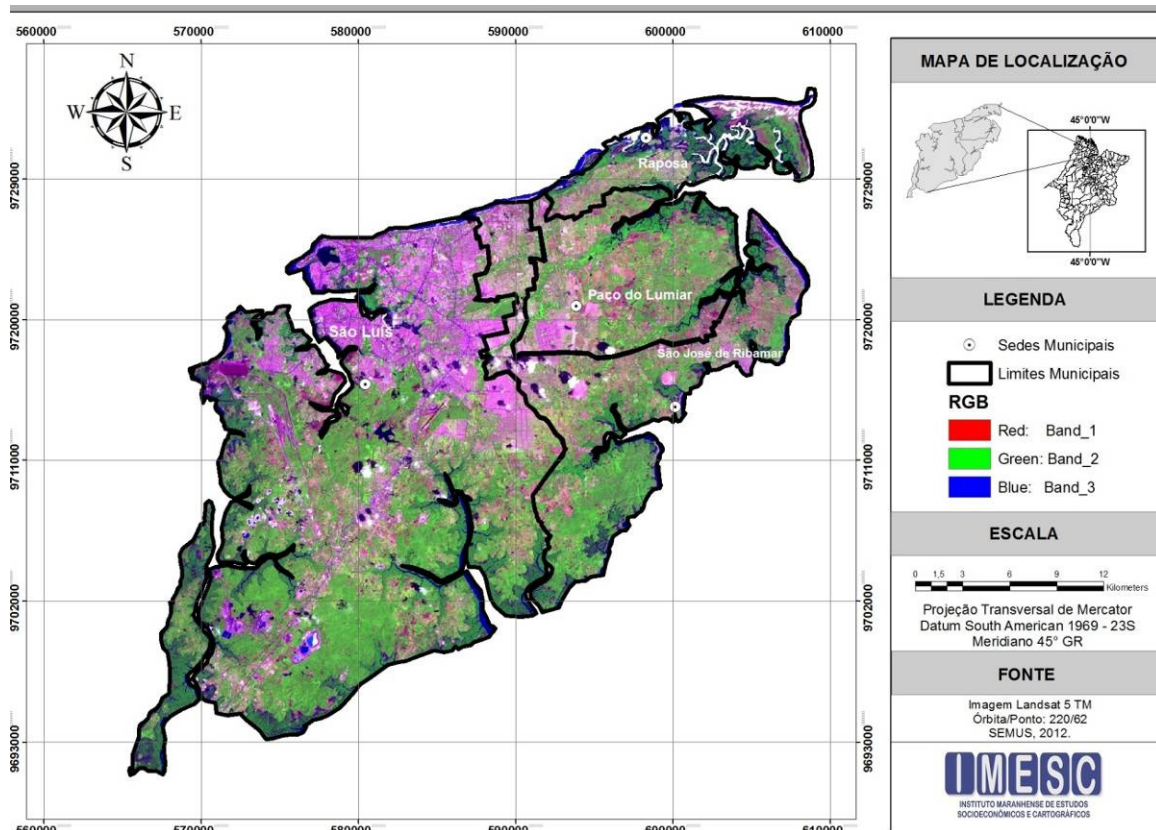


Figura 01: Mapa de Localização. Fonte: MASULLO, 2013.

A população da Ilha citada aumenta de 50 mil habitantes em 1940, para 124 mil habitantes no ano de 1970. Segundo Ferreira (2002), no período entre as décadas de 50 e 70 o desemprego era expressivo e a carência habitacional resultou no incremento de palafitas e invasões, impulsionadas pelo aumento de mais de 260 mil pessoas, o que ampliou a demanda por moradias. A partir da década de 1970, onde a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU) através do Programa Nacional de Capitais e Cidades de Porte Médio (PNCCPM) teve o objetivo de ampliar as obras nos conjuntos residenciais e no sistema viário.

Isso deu origem a dezenas de bairros, com a construção de conjuntos habitacionais e implantação de grandes loteamentos públicos mediante o Instituto de Previdência do Estado do Maranhão (IPEM) e Superintendência de Urbanização da Capital (SURCAP) e aos incentivos do Sistema Financeiro de Habitação (SFH), através do Banco Nacional de Habitação (BNH) e cooperativas habitacionais.

Em 1980 a população da Ilha do Maranhão já correspondia a 498 mil habitantes (IBGE, 2010). Nesse período, a política territorial vinculada ao Programa Grande Carajás é desenvolvida a partir da instalação da CVRD e ALUMAR, com investimentos da ordem de R\$ 224 milhões, que transformaram a São Luís em polo de atração de mão de obra, atraindo inúmeras empreiteiras, o que agravou os problemas urbanos (SANTOS, 1993 apud SAMAS ENGENHARIA AMBIENTAL, 2001; FERREIRA, 2002).

Com o aumento das construções de conjuntos habitacionais e da implantação de grandes empreendimentos, fez com que fossem criados cerca de 55 conjuntos habitacionais (COHAB, IPEM e outros), proporcionando um crescimento

populacional de 866 mil habitantes em 2000 na capital, para 1.014.837 de habitantes em 2010 (IBGE, 2010; FERREIRA, 2002).

Na cidade de São Luís do Maranhão, além de suas características inerentes ao posicionamento geográfico, destacam-se outros elementos na criação de um ambiente com características peculiares, projetadas pela forma de ocupação e uso do solo urbano ao longo de várias décadas, ocasionando um "crescimento" desmedido, o que, em certos aspectos, como, por exemplo, a falta de infraestrutura urbana adequada (ARAÚJO; NUNES, 2005, p. 7).

A expansão urbana não foi originada apenas pela construção de avenidas ou pontes, mas pela necessidade das classes dominantes de circulação e deslocamento. Isto, somado a grandes projetos industriais instalados na Ilha do Maranhão.

A cidade em que vivemos hoje é bem diferente daquela de 1908 e 2008 (RAMOS, 2008); ela possui 957.515 habitantes ou 76,77% da população total da Região Metropolitana da Grande São Luís, concentra a frota de veículos, as agências bancárias, o Produto Interno Bruto, a logística em torno do complexo portuário, a prestação de bens e serviços, além dos melhores equipamentos em termos de educação, saúde, etc. Apesar dos sucessivos planos diretores (1974, 1992 e 2006), houve agravamento de problemas: os riscos de acidentes se ampliaram devido à ocupação de áreas impróprias (Salina do Sacavém, Coroadinho, Sá Viana); a contaminação de águas superficiais, subterrâneas e do solo é notória e impede um simples banho no rio e/ ou praia (FERREIRA, 2009. p. 6).

Assim, esse padrão de desenvolvimento marginalizou determinados bairros e elitizou outros, criando um corredor de ocupação para áreas como *Renascença – Calhau*, impondo nova centralidade à cidade. Esse processo deu origem a áreas com infraestrutura deficiente e com serviços públicos funcionando de forma precária, como segurança pública, abastecimento de água, coleta de lixo, esgoto e saúde de qualidade.

Para alcançar os dados utilizaram-se procedimentos técnicos visando monitorar e analisar o aumento do uso e ocupação do solo na Ilha do Maranhão, com o emprego do método de classificação não supervisionado por software Arc Giz 10.1, para calcular o crescimento urbano e a consequente diminuição da vegetação (MAPA 02).

O acelerado processo de ocupação que ocorreu nos municípios da Ilha do Maranhão é resultante da instalação dos citados projetos econômicos, expansão imobiliária, aumento das ocupações desordenadas, exploração mineral e vegetal, entre outros usos, o que deflagrou uma perda de vegetação de 29%, aproximadamente (Gráfico 1).

O processamento dos dados mostra um aumento de área ocupada e solo exposto da Ilha do Maranhão, onde São Luís obteve um aumento de 61%, com o sentido de ocupação para os municípios circunvizinhos, demonstrando que o processo de urbanização passa a englobar localidades próximas, colocando-as no eixo central de ocupação, por possuírem terrenos mais acessíveis e com diversas facilidades para compra e revenda, além de impostos mais baratos.

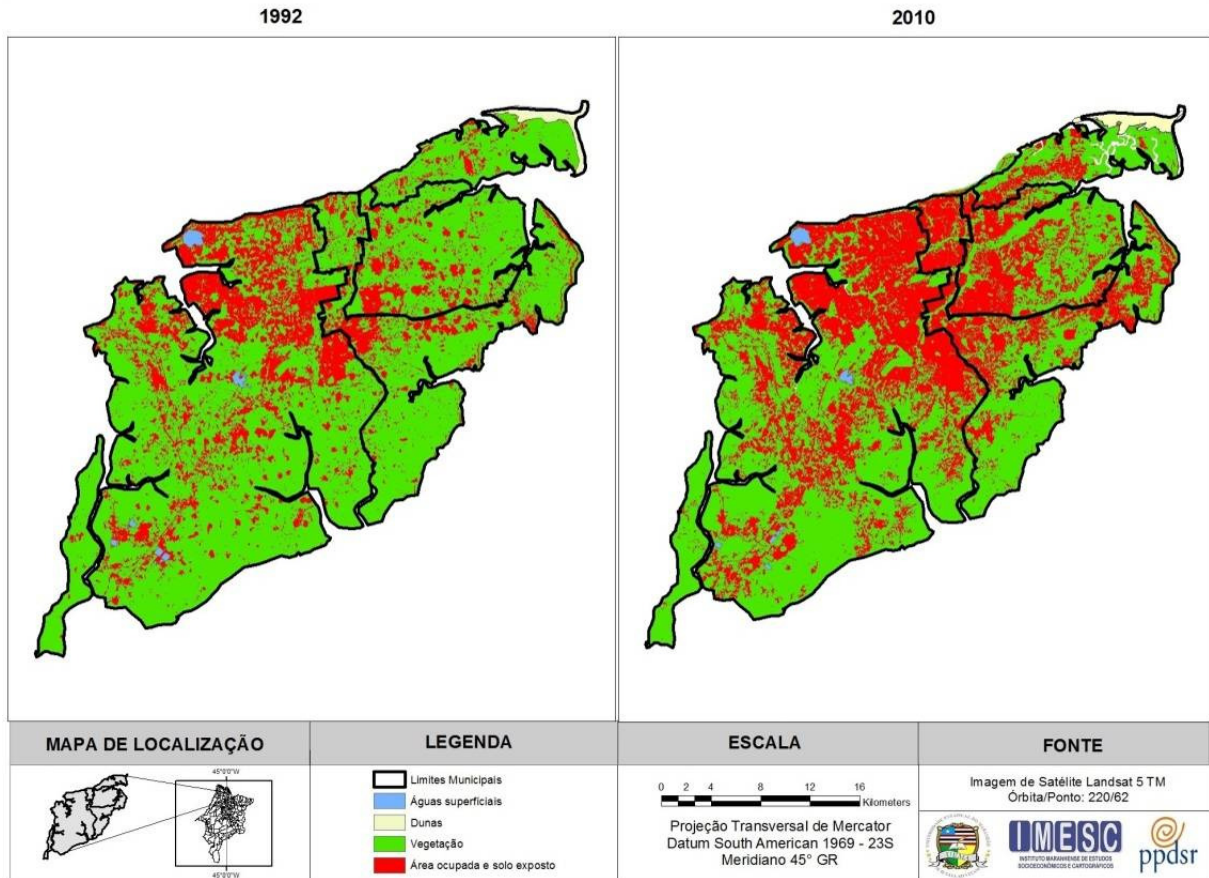
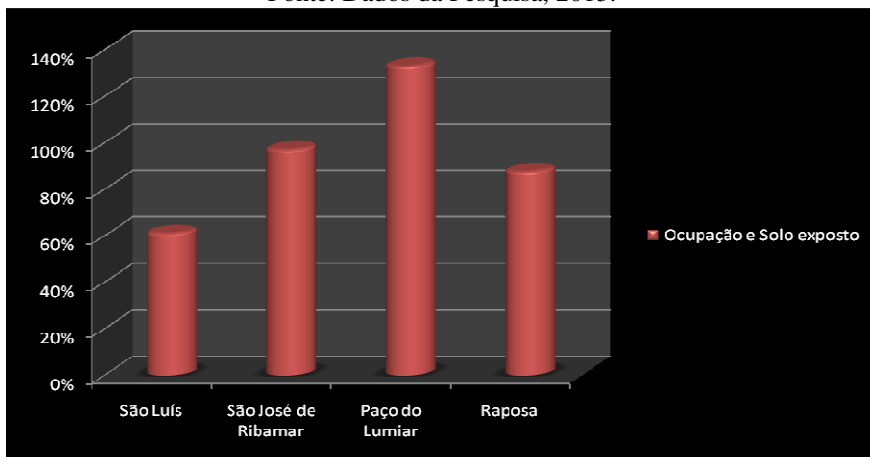


Figura 02: Mapa Comparativo de Ocupação da Ilha do Maranhão. Fonte: MASULLO, 2013.

Gráfico 1: Comparativo do aumento da ocupação e solo exposto na Ilha do Maranhão entre os anos de 1992 e 2010. Fonte: Dados da Pesquisa, 2013.



O crescimento da demanda populacional fez com que a ocupação se estendesse para os outros municípios, principalmente nas áreas periféricas próximas à capital. Como exemplo, pode ser citado o município de Paço do Lumiar, que em 18 anos obteve uma ampliação da sua área ocupada e solo exposto equivalente a 133%, seguido por São José de Ribamar com 83% e Raposa com aumento de 60%.

As alterações na dinâmica da paisagem devem ser avaliadas correlacionando-se a especulação imobiliária, com o consequente processo de verticalização e a ineficácia do planejamento para o uso e ocupação do solo. Como

consequência dessa ocupação desordenada tem-se a ocorrência de erosão (provocada pelas águas do escoamento superficial), os escorregamentos nas encostas dos morros (que também comprometem seriamente a infraestrutura existente), e a alteração do microclima (desenvolvido pelo processo de urbanização na área), a retirada de matas ciliares, a remoção das dunas, além do aumento da contaminação da água pelos resíduos sólidos e líquidos.

### **3.1 Alterações Climáticas**

À medida que o crescimento horizontal da cidade se materializa, as áreas vegetáveis, bosques, nascentes de rios ou manguezais são convertidos em superfícies impermeáveis, provocando o aumento do volume de escoamento superficial e da carga de poluentes.

A partir dessas influências surge o aumento da vazão do escoamento superficial nas bacias hidrográficas, na magnitude e na frequência dos alagamentos, na erosão do canal e no aumento da geração de sedimentos, alterando o regime da temperatura da área, além de provocar a redução na infiltração do lençol freático com picos mais altos de alagamentos e fluxos d'água mais baixos, com maiores quantidades de resíduos não tratados, aumentando a poluição, tudo isso como resultado do desenvolvimento urbano (ARAÚJO et.al, 2007).

Neste caso, as

[...] interferências urbanas são elementos importantes para a definição dos graus de intervenção e também para a caracterização dos novos processos geomorfológicos gerados a partir das atividades humanas no meio físico. As intervenções antrópicas são geradas para se obter superfícies planas para posterior incremento topográfico por construções ou edificações. Essas intervenções implicam basicamente em corte e/ou aterros desenvolvidos na morfologia original, provocando o remanejamento dos materiais superficiais (FUJIMITO, 2008, p. 97).

Segundo afirmações de Douglas (1983) e Fujimoto (2008) as novas formas de relevo acabam por serem criadas em áreas urbanas através da acumulação de detritos urbanos ou pela extração de materiais que são denominadas formas de relevo por acumulação ou formas de relevo por remoção, decorrentes das intervenções urbanas que foram classificadas em formas construídas podendo ser formadas por processos de retirada e/ou acumulação de materiais e as formas induzidas podem ser formadas por processos de saída destes ou por meio de deposição.

Com a pavimentação e impermeabilização de ruas e calçadas, o fluxo do escoamento superficial aumenta, já que o mesmo é gerado quando a capacidade de infiltração é menor que a intensidade do fluxo d'água. Assim, o referido fluxo é canalizado em pequenas incisões no solo, que podem erodir e evoluir para pequenos canais chamados de ravinas, e eventualmente, coalescer em canais maiores e mais profundos chamados de voçorocas (GUERRA, 2007).

É nesse ciclo de alterações, que as cidades terminam por desenvolver temperaturas maiores do que as áreas circunvizinhas mais vegetadas. O ar destas áreas é aquecido pela radiação solar, pela combustão comercial e doméstica, pelo uso da eletricidade e mesmo pelo metabolismo dos habitantes, entre outros fatores, que alteram a circulação dos ventos. O concreto de edifícios, pavimentação asfáltica e demais construções urbanas são reservatórios de calor que provocam o aumento da temperatura, modificando a pressão atmosférica e a circulação do ar (PATUSSI, 2004).

Segue-se o princípio de que a saúde humana, a energia e o conforto são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro elemento do ambiente (CRITCHFIELD, 1974 apud AYOADE, 1996). Um dos principais impactos oriundos desse sistema é justamente a criação de ambientes com valores mais elevados de temperatura, nas áreas mais urbanizadas, influenciando diretamente a qualidade de vida do ser humano.

Segundo Molion (2008), a estabilidade do clima da terra resulta do balanço entre o fluxo de raios de ondas curtas (ROC) absorvidos pelo planeta e fluxo de raios de ondas longas (ROL) emitido para o espaço (ROC = ROL). Sendo assim o aquecimento do clima ocorre pela redução do albedo planetário (aumento do ROC) ou pela intensificação do efeito estufa (diminuição do ROL), sem esquecer a evaporação dos solos e da superfície da água somado à transpiração das plantas (evapotranspiração) que influencia no processo, amenizando o calor radiado na área.

Dessa forma, a mudança da cobertura da superfície, de campos com vegetação para asfalto e concreto, reduz a evapotranspiração, sobrando calor para aquecer o ar próximo da superfície. Assim eleva-se a temperatura e adicionado ao calor liberado pelos veículos, também pelos edifícios aquecidos, forma o efeito de ilhas de calor que possibilita grandes variações de temperatura nos centros urbanos.

As áreas urbanas são compostas por diversos materiais que possuem características peculiares, capazes de interferir de forma direta no albedo. Em virtude da elevada heterogeneidade dos materiais e elementos utilizados na expansão das malhas urbanas, expressos pelas diversas formas de uso e ocupação do solo, existem diferentes padrões de refletividade ou de albedos, podendo-se observar que, dependendo do albedo, mais radiação será absorvida e mais calor será emitido pela superfície (ARAÚJO; RANGEL, 2011, p. 6).

Esse sistema originou a expansão da urbanização no município em estudo. Funcionando, em determinados casos como obstáculo à circulação dos ventos e brisas marítimas, interferindo diretamente na dinâmica natural do ambiente, além de estabelecer alterações na insolação, o que implica na geração de sombras e no aquecimento diferenciado da superfície.

Dessa maneira, a urbanização, principalmente sem planejamento, altera a dinâmica da paisagem, a exemplo do microclima, uma vez que proporciona significativas interferências no comportamento de variáveis como a insolação, a temperatura, ventilação, pluviosidade e umidade, entre outras.

Relativo à pluviosidade em São Luís, no período de 2000 a 2010, percebe-se uma variação pluviométrica entre 1.755mm a 2.847mm, com os anos de 2000 e 2009 como os mais chuvosos, enquanto entre 2005 e 2010 registram os menores índices. Já a média da umidade mostra variação entre 79% e 83%, com os maiores registros nos anos de 2000 a 2002 (Gráfico 2 e 3).

Gráfico 2: Variação da pluviosidade em São Luís no período de 2000 a 2010. Fonte: BDMEP, 2013.



Gráfico 3: Variação da umidade em São Luís no período de 2000 a 2010. Fonte: BDMEP, 2013.



Referente à temperatura, os valores mais elevados são devido aos elementos urbanos acrescentados à paisagem pelo homem. Com menos vegetação que seus arredores, o centro das cidades acaba tendo uma menor umidade do ar em consequência da maior temperatura, que provoca áreas de baixa pressão (MAPA 3).

Com a utilização da banda 6 do canal termal, do sensor do TM/Landsat-5 com resolução espacial de 120m, foi possível calcular o calor emitido em temperatura aparente de superfície. Comparando as imagens de 1992 e 2010, pode-se perceber nitidamente a expansão das ilhas de calor, determinando o predomínio de temperaturas entre 33° e 37° em toda região no ano de 2010.

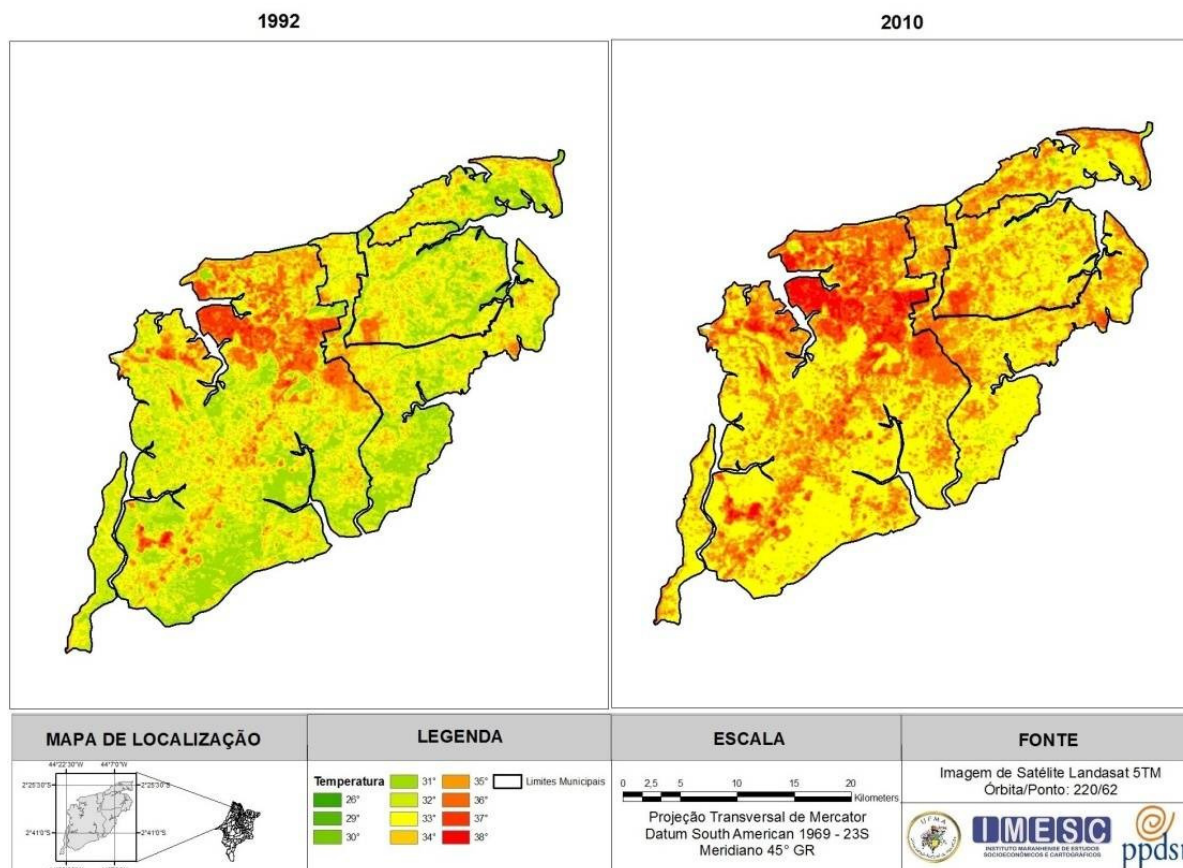


Figura 03: Mapa Comparativo de Temperatura da Ilha do Maranhão. Fonte: IMESC, 2013.



Esse fenômeno pode ter sido gerado por fatores como a diminuição da vegetação, ocasionada pelo avanço do processo de urbanização, que traz consigo o aumento de edificações, a partir da especulação imobiliária, além da ampliação da malha viária com as vias pavimentadas e sazonalidade da radiação solar. Dessa forma, foi possível o crescimento das ilhas de calor na região, por aumentar as taxas de reflectância, o que propiciou a ampliação da irradiação de calor para atmosfera e alterações nos fluxos de energia da superfície, influenciando nas mudanças na temperatura, umidade e pluviosidade.

A expansão da ocupação, tanto em São Luís quanto nos demais municípios, influencia diretamente o microclima da região, formando ilhas de calor com altas temperaturas na zona urbana e rural. É preciso frisar o aumento da ocupação do solo, direcionado para o setor Norte da Ilha, incorporando áreas de alto padrão e também em localidades tidas como periféricas, principalmente na zona rural de São José de Ribamar, São Luís e na zona urbana de Paço do Lumiar, com a grande ampliação da concentração populacional em bairros como Maiobão e na própria capital maranhense, como Santa Rosa, Parque Vitória, Cidade Olímpica, Janaína, Jardim América e outros.

#### 4 CONSIDERAÇÕES

O rápido crescimento horizontal na Ilha do Maranhão e o seu não monitoramento concorrem para o aumento da vulnerabilidade socioambiental, com a sobreposição dos problemas, gerando riscos sociais e ambientais, concentrados em áreas específicas.

A relação entre os indicadores mostrou diversas questões, que associadas, apontam características do ambiente onde vivemos, contudo, deve-se avaliar de forma específica cada indicador, tendo em vista as relações em diversas escalas que o ambiente urbano abrange atualmente.

Como resultado, foi sistematizado uma análise dos fenômenos percebidos nas diferentes escalas espaciais, apresentando manifestações de ordem local e regional que demandam melhor conhecimento de suas configurações geográficas, abordando a dinâmica das populações humanas, das enfermidades e das políticas públicas empregadas. Percebe-se um cenário que reflete a relação homem - natureza, o que determina e estabelece o desenvolvimento e as interações na sociedade moderna.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, Ronaldo Rodrigues; NUNES, José Sérgio Alves. Relações geográficas entre o clima e a incidência de dengue na cidade de São Luís-ma. Ciências Humanas em Revista - São Luís, V. 3, n.2, p. 93 – 108, 2005.
2. DIAS, Luiz Jorge Bezerra da Silva; NOGUEIRA JÚNIOR, João de Deus Matos. CONTRIBUIÇÃO ÀS ANÁLISES AMBIENTAIS DA ILHA DO MARANHÃO. Ciências Humanas em Revista - São Luís, V. 3, n.2, dezembro, 2005.
3. FERREIRA, Antônio José de Araújo. SÃO LUÍS DO MARANHÃO: EM QUE CIDADE VIVEMOS? QUE CIDADE QUEREMOS NO QUARTO CENTENÁRIO? Ciências Humanas em Revista, ISSN 1678-8. v.7, n.2, São Luís/MA, 2009.
4. \_\_\_\_\_, Dinâmica de Ocupação Espacial/Use do Solo em São Luís no período de 1950 a 2000. Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Cadernos de Pesquisa. V.13, n.º2, p. 25 – 36, 2002.
5. FERREIRA, Marcos César. Procedimento metodológico para análise espacial e modelagem cartográfica de epidemias de dengue. Tese (Livre Docência) – Universidade de Campinas. Departamento de Geografia Instituto de Geociências. Campinas, 2003.
6. IBGE. Censo Demográfico. Rio de Janeiro, 2010.
7. IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômico e Cartográfico. Regiões de Planejamento do Estado do Maranhão. SEPLAN. São Luís, 2008.
8. IMESC, Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. Situação Ambiental da Ilha do Maranhão. São Luís. IMESC, 2011.
9. MASULLO, Yata Anderson Gonzaga. Alterações ambientais na dinâmica da paisagem da franja costeira de São Marcos – São Luís – MA. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2010.
10. \_\_\_\_\_, Yata Anderson Gonzaga. Avaliação da dinâmica espacial da dengue em relação às questões socioambientais no distrito sanitário da COHAB no município de São Luís – MA/ Yata Anderson Gonzaga Masullo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioespacial e Regional, 2013.

11. MENDONÇA, F. A; MONTEIRO, C. A. F. Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003.