

Ilhas de calor e a importância da arborização urbana para o município de Paço de Lumiar, MA, Brasil

Islands of heat and the importance of urban tree-planting in Paço de Lumiar municipality, MA, Brazil

Las islas de calor y la importancia de la arborización urbana para el municipio de Paço de Lumiar MA, Brasil

Recebido: 06/10/2022 | Revisado: 16/10/2022 | Aceitado: 18/10/2022 | Publicado: 23/10/2022

Josilene Moraes Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9467-9442>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: josilenemoraescosta@yahoo.com.br

Josiane Moraes Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9108-5414>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: jo.moraes.costa@gmail.com

André Luiz Gomes da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6412-7751>
Universidade Federal Fluminense, Brasil
Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior, Brasil
E-mail: algsilva@id.uff.br

Resumo

O Município de Paço do Lumiar – MA está localizado na Ilha de São Luis e sua vegetação natural predominante é amazônica com maior proporção de mangues. No entanto, sua área verde vem sofrendo uma redução drástica nos últimos 20 anos em decorrência do avanço imobiliário. Este trabalho teve por objetivo caracterizar as áreas arborizadas e identificar as ilhas de calor na zona urbana do município de Paço do Lumiar – MA. Para este fim foram feitos levantamentos de dados primários e secundários sobre a cobertura vegetal do município e as suas ilhas de calor. A arborização na zona urbana é precária e não atende aos quesitos básicos de paisagismo e urbanização, com muitas espécies plantadas inapropriadas para este fim. Dentre essas espécies, as mais comuns são *Ficus benjamina* L. (figueira) e *Terminalia catappa* L. (amendoeira). Segundo dados secundários, os menores valores dos índices de vegetação são observados principalmente na porção sudoeste do município, área onde estão localizados os bairros mais densamente ocupados, como o bairro Maiobão. Nas datas analisadas, a temperatura de superfície variou de 37°C e os menores valores são observados na classe de água e vegetação de maior densidade, evidenciando que áreas com maior disponibilidade de água e presença de vegetação podem contribuir para a amenização dos efeitos de anomalias térmicas como as ilhas de calor, que determinam o conforto climático de populações urbanas. Por essas razões, se faz necessário a elaboração de um Manual de Arborização ou Plano Municipal de Arborização para o Município de Paço do Lumiar para amenizar a problemática das ilhas de calor nos bairros mais densamente povoados.

Palavras-chave: Urbanização; Cobertura vegetal; Meio ambiente.

Abstract

The Municipality of Paço do Lumiar, MA, is located On São Luis Island. The main natural vegetation types are Amazonian rainforest and (the largest category). However, its green area has been drastically reduced over the last 20 years as a result of the real estate development. This study aimed to characterize the remaining forested areas and identify the heat islands in the urban area of Paço do Lumiar municipality. Accordingly, primary and secondary data were collected on vegetation cover within the municipality and its heat islands. Urban afforestation is often inadequate, failing to meet basic landscaping and urbanization requirements, with many planted species unsuitable for these purposes. Among such species, the most common are *Ficus benjamina* L. (fig) and *Terminalia catappa* L. (beach almond). Accordingly secondary lowest, vegetation indices mostly occurred in the southwest area of the municipality, the areas of densest human-occupation, such as the Maiobão borough, occur. On the dates analyzed, surface temperatures reached 37°C, while the lowest values were recorded in areas with greatest percentages of water and natural vegetation cover. This indicates that areas with higher water availability and vegetation cover may help mitigate the effects of thermal anomalies, such as heat islands, which strongly influence the climatic comfort of urban

human populations. For these reasons, it is necessary to create an Afforestation Manual or Municipal Afforestation Plan for Paço do Lumiar Municipality to alleviate the problem of heat islands in the most densely populated neighborhoods.

Keywords: Urbanization; Vegetation cover; Environment.

Resumen

El Municipio de Paço do Lumiar - MA está ubicado en la Isla de São Luis y su vegetación natural predominante es amazónica con mayor proporción de manglares. Sin embargo, su área verde ha sufrido una drástica reducción en los últimos 20 años debido al avance inmobiliario. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar las áreas boscosas e identificar las islas de calor en el área urbana del municipio de Paço do Lumiar - MA. Para ello se realizaron levantamientos de datos primarios y secundarios sobre la cobertura vegetal del municipio y sus islas de calor. La forestación en el área urbana es precaria y no cumple con los requisitos básicos de paisajismo y urbanización, con muchas especies plantadas inadecuadas para este fin. Entre estas especies, las más comunes son *Ficus benjamina* L. (higo) y *Terminalia catappa* L. (almendro). Según datos secundarios, los valores más bajos de los índices de vegetación se observan principalmente en la porción suroeste del municipio, área donde se encuentran los barrios más densamente ocupados, como el barrio de Maiobão. En las fechas analizadas, la temperatura superficial osciló entre los 37°C y los valores más bajos se observan en la clase de agua y vegetación con mayor densidad, mostrando que las zonas con mayor disponibilidad de agua y presencia de vegetación pueden contribuir a mitigar la efectos de anomalías en las condiciones térmicas como islas de calor, que condicionan el confort climático de las poblaciones urbanas. Por estas razones, es necesario elaborar un Manual de Forestación o Plan Municipal de Forestación para el Municipio de Paço do Lumiar para paliar el problema de las islas de calor en los barrios más densamente poblados.

Palabras clave: Urbanización; Cobertura vegetal; Medio ambiente.

1. Introdução

A vegetação no espaço urbano representa uma das variáveis responsáveis pela amenização do microclima das cidades, servindo de delimitador de espaços, absorvendo os ruídos, purificando o ar com absorção das partículas tóxicas e de poeiras e diminuindo a refletância de energia solar, promovendo assim um ambiente adequado à moradia (Mascaró, 2002; Alves, 2019). Estas características têm impacto direto no cotidiano das pessoas, pois interfere tanto no estado de ânimo do indivíduo quanto na sua saúde, podendo ocasionar problemas cardiovasculares, respiratórios e psíquicos. Os espaços verdes devem ser analisados, entendidos e estudados de acordo com a função que exercem, pois assim podem ser implementados em praças, corredores viários, bosques, parques, canteiros e calçadas, proporcionando um ambiente favorável a um bom modo de vida, que também é fundamental para o equilíbrio do ecossistema urbano (Borges et al., 2010; Moura et al., 2020).

Araújo & Rangel (2012) afirmam que, dentre os estudos de clima urbano, destaca-se o fenômeno denominado “ilha de calor”, que resulta da combinação de diversos fatores urbanos específicos, tais como: efeito da transferência de energia nas construções urbanas com formas especiais (estruturas verticais); evaporação reduzida e conseqüentemente falta do efeito refrescante a ele associado, pouco revestimento vegetal e rápido esgotamento das águas pluviais por canalizações; produção de energia antropogênica pelos processos realizados nas indústrias, trânsito e residências. A ilha de calor atmosférica denuncia as modificações de certos parâmetros da camada basal da troposfera por meio da diferença dos tipos de uso da terra e cobertura entre as paisagens urbanas e rurais (Oke, 1978; Fialho, 2012).

Segundo Borges et al., (2010), a qualidade da vida humana está diretamente relacionada com a interferência da obra do homem no meio natural urbano. A natureza humanizada, através das modificações no ambiente, alcança maior expressão nos espaços ocupados pelas cidades, criando um ambiente artificial (Lombardo, 1985). A manutenção ecológica, a permeabilidade e as propriedades do solo, a regulação da temperatura, o abrigo e a produção de alimento para determinadas espécies, devem ser levados em consideração no ordenamento das cidades e no seu plano diretor, tentando ultrapassar a fronteira do paisagístico e do estético, no qual os responsáveis são as Secretarias de Meio Ambiente de cada município.

Nas cidades, as áreas verdes são elementos da paisagem que prestam serviços ecossistêmicos fundamentais. Além de promoverem a manutenção da biodiversidade, estes espaços auxiliam na regulação do ciclo hidrológico e da temperatura do ar, além de atenuar a poluição atmosférica e sonora, trazendo benefícios para a saúde física e mental dos habitantes da região.

Circundando as cidades, as áreas periurbanas formam, muitas vezes, cinturões verdes que ajudam a garantir a segurança hídrica e alimentar da população. Para ultrapassar a fronteira do paisagístico e do estético deve-se dar preferência as espécies arbóreas e arbustivas, que para este ambiente possuem uma maior representatividade nos benefícios gerados pela vegetação. Visto que, tais espécies por serem caracterizadas por um porte maior conseguem proporcionar uma melhor atividade natural no recinto urbano, oferecendo sombra, uma melhor configuração espacial do meio e outras funções citadas anteriormente (Ferreira et al., 2021).

Para Macêdo e Feitosa (2011), a vegetação é um dos componentes mais importantes da paisagem por sua contribuição para o equilíbrio entre os outros elementos da natureza. No Estado do Maranhão, Feitosa (1996) afirma que “a vegetação apresenta pequena diversidade em relação à extensão territorial, discriminando seis tipos de formações vegetais: florestas, cerrados, babaçuais, campos, manguezais, dunas e restingas”, que, por volta do século XVIII, era densa e com relativo equilíbrio.

Este trabalho tem como objetivo apresentar a importância da arborização urbana para o município de Paço do Lumiar, caracterizar as áreas arborizadas no município e identificar suas ilhas de calor. Este município apresenta um processo de urbanização acelerado que, conseqüentemente, pode promover alterações no seu sistema natural.

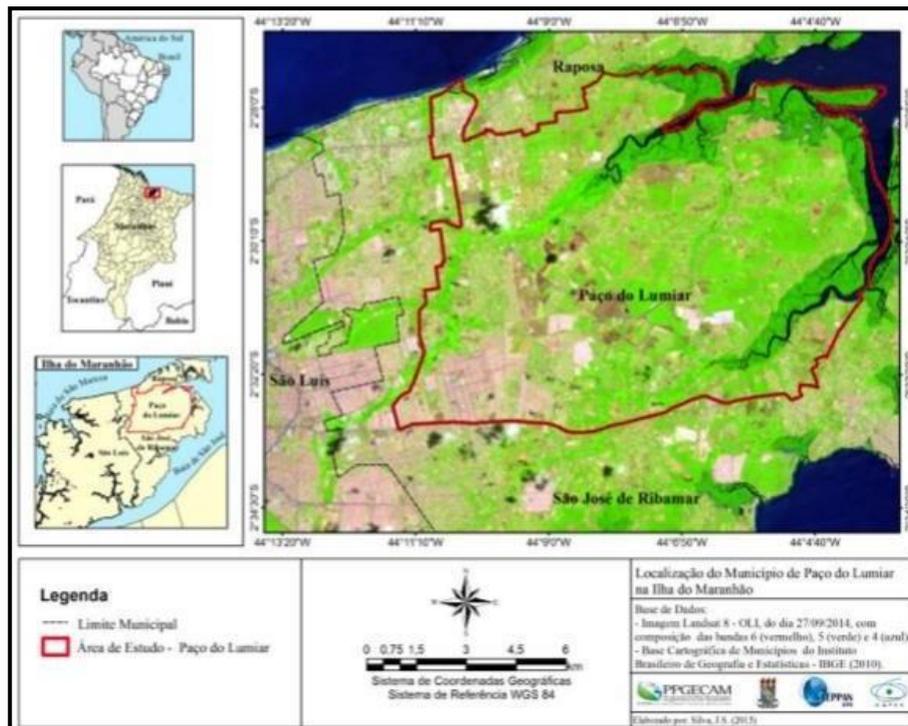
2. Metodologia

Este trabalho foi realizado através do levantamento de dados primários e secundários sobre a cobertura vegetal e ilha de calor do Município de Paço do Lumiar entre os anos de 2016 e 2017 seguindo Pereira et al. (2018) e Queiroz & Fieberbaum (2022). Foi realizado também o mapeamento das seguintes áreas: Macrozoneamento urbano e rural, Zonas Especiais de Preservação Natural e Zonas de Restrições Específicas. Estes dados foram cedidos pela Coordenação de Meio Ambiente do Município de Paço do Lumiar. Os demais dados e mapas foram provenientes das referências bibliográficas consultadas e documentos públicos.

A identificação das espécies de árvores ocorrentes nas praças e avenidas do Município de Paço do Lumiar – MA foi realizada visualmente por comparação seguindo a literatura especializada (Lorenzi et al., 2004; Lorenzi 2008, 2009).

Caracterização do Município de Paço do Lumiar - MA- O Município de Paço do Lumiar possui uma área de 122,828km² e está situado na porção leste da Ilha do Maranhão, limita-se a norte com o município da Raposa e a leste, sul e oeste com o município de São José de Ribamar (2°28'12" e 2°32'58" de Latitude Sul e 44°10'18" e 44°03'14" de Longitude Oeste) (Furtado et al., 2003) (Figura 1). O bioma característico da região é o amazônico (IBGE, 2012.a.). Segundo (Silva 2016), de acordo com a classificação de Koppen, o clima da área em estudo se enquadra na categoria climática Aw, tropical úmido, sendo caracterizado por dois períodos distintos quanto aos índices pluviométricos: um período chuvoso, com grandes índices pluviométricos entre os meses de janeiro a junho, do posicionamento ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) próximo ao litoral e o outro período de estiagem, com moderados índices de déficit hídrico entre os meses de junho a dezembro. A população do município é de 105.121 habitantes, com 78.811 habitantes na área urbana e 26.310 na área rural (IBGE, 2012.b.).

Figura 1. Localização do Município de Paço do Lumiar no Estado do Maranhão.



Fonte: Silva (2016).

3. Resultados e Discussão

A cobertura vegetal do município é caracterizada pela presença de manguezal, relativamente homogêneo, que se estende por faixas de terras inundáveis pelas marés (Silva, 2016). De acordo com Nunes et al. (2012), a altura dos indivíduos dessa formação vegetal variou entre 4 e 22 metros de altura. Também se nota a presença de algumas espécies de considerável valor econômico como: *Euterpe oleracea* (Juçara, açai), *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), *Hymenaea courbaril* (Jatobá) e *Mauritia flexuosa* (Buriti).

Segundo dados do (IMESC 2011), o município de Paço do Lumiar apresentou em 20 anos crescimento de área de ocupação e solo exposto equivalente a 380%. Tais informações podem ser comprovadas quando da análise das taxas de desflorestamento por município, com destaque para Paço do Lumiar, que apresentou um significativo aumento maior que 120% em oito anos (Tabela 1).

Tabela 1. Desmatamento Ilha do Maranhão segundo dados do IMECS (2011).

Municípios	Área (km ²)	Desmatamento (%)				
		2001	2003	2005	2007	2009
Paço do Lumiar	135	33,0 (24%)	58,2 (43%)	67,8 (50%)	69,0 (51%)	72,8 (54%)
Raposa	65	3,5 (5%)	10,3 (16%)	12,5 (19%)	13,9 (21%)	14,1 (22%)
São José de Ribamar	390	38,3 (10%)	82,0 (21%)	92,6 (24%)	94,7 (24%)	100,2 (26%)
São Luis	840	216,2 (26%)	326,5 (39%)	347,6 (41%)	350,0 (42%)	366,2 (44%)
Total	1430	291	477	520,5	527,6	553,3

Fonte: INPE/DPI/PRODES DIGITAL. 2008/2009 (IMECS, 2011).

As atividades ambientais desenvolvidas em Paço do Lumiar são vinculadas às outras secretarias, o que ocasiona a redução da verba ligada ao setor ambiental e o foco nessas questões, contribuindo para uma menor quantidade e qualidade de atribuições e execução de projetos na área ambiental.

Reafirma-se que a existência de secretarias ambientais vinculadas à outros setores expõe os municípios à ineficácia nas ações de prevenir, corrigir e monitorar os possíveis impactos ambientais que possam ocorrer no seu território, dificultando ainda, investimentos aos municípios ligados ao poder público federal que, sem representantes no Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, não podem requerer verbas para projetos ambientais.

A Lei nº 335 de 25 de setembro de 2006 que dispõe sobre o Plano Diretor de Paço do Lumiar e dá outras providências no Capítulo I - Da Política de Preservação Ambiental. Art. 7º – São consideradas ações prioritárias para garantir a preservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado:

VI – manter e revitalizar as áreas verdes já existentes, visando garantir a preservação e o cumprimento de sua função social e ambiental;

VII – implementar o Sistema Municipal de Áreas Verdes...

No entanto, a partir das informações coletadas na Secretaria de Meio Ambiente, atualmente o município de Paço do Lumiar não dispõem de Manual de Arborização, Plano Municipal de Arborização ou qualquer outra ação que trate da revitalização e preservação das áreas verdes.

Dessa forma, em algumas avenidas do conjunto Maiobão a arborização foi realizada por moradores. Há a descaracterização dos canteiros centrais de algumas avenidas e algumas praças com poucas árvores e sem o devido manejo. Também há praças construídas onde a arborização não foi planejada, como é o caso da Praça da Nossa Senhora da Luz na sede do município.

Como não há Manual de Arborização ou Plano Municipal de Arborização, as tentativas de arborização feitas pela população e até mesmo as praças que sofreram intervenção municipal não utilizam as espécies arbóreas adequadas, dentre outros equívocos de implantação e manejo.

A Lei complementar Nº 001, de 12 de agosto de 2013 que dispõe sobre o Código de Posturas do Município de Paço do Lumiar e dá outras providências. Afirma no seu Art. 1º. Compete ao Município zelar pela manutenção da cidade visando à melhoria do ambiente urbano de modo a garantir o desenvolvimento social e econômico sustentáveis, e conforto público.

Em nosso levantamento identificamos algumas árvores como Ipês, Neem, Barrigudeira, Ficus, Leguminosas como a Leucena, Palmeiras e árvores frutíferas como Azeitonas Pretas, Cajueiros, Mangueiras, entre outras espécies. Algumas foram plantadas por iniciativa popular. A Tabela 2 apresenta a lista de espécies encontradas no levantamento. Algumas são indicadas para arborização e outras não. Ressaltamos que deve-se seguir critérios para escolha das espécies utilizadas na arborização como origem das espécies (nativas, exóticas), indicação (ruas, praças, matas ciliares) e orientação técnica.

Tabela 2. Espécies encontradas em algumas praças, avenidas de Paço do Lumiar –MA.

Nome vulgar	Nome científico	Árvores indicadas para arborização urbana*
Amendoeira	<i>Terminalia catappa</i> L.	Não
Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.	Não
Marmorana ou castanha do Maranhão	<i>Paquira aquatica</i> Aubl.	Sim
Acácia	<i>Acacia</i> sp.	Sim
Azeitona preta	<i>Syzygium jambolana</i> (Lam.) DC	Não
Ipê	<i>Tabebuia</i> spp.	Sim
Barrigudeira	<i>Ceiba petandra</i> (L.) Gaertn	Sim**
Pau-Brasil	<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Sim
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Sim
Eucalipto	<i>Eucaliptus</i> spp	Sim
Neem	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Sim
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Sim
Jambo	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	Sim**
Juçara	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Sim**
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Não
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Não**
Coqueiro da Bahia	<i>Cocos nucifera</i> L.	Não
Limoeiro	<i>Citrus limon</i> L.	Não
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Sim

*Considerar a origem (nativas ou exóticas); **indicação (ruas, áreas verdes, matas ciliares). Fonte: Autores.

Constatamos que há um cenário de desorganização das praças e canteiros centrais do município do Paço do Lumiar quanto à arborização, pois na tentativa de arborizar algumas avenidas e praças, foram utilizadas algumas espécies que não são indicadas. Dessa forma, a partir das evidências apresentadas, concordamos com Souza (1996) quando afirma que “arborizar não é plantar mudas, ao acaso, na cidade”.

O descuido da população e do Poder Público e a instalação e localização dos equipamentos destinados ao atendimento das necessidades públicas como rede elétrica, de água e esgoto são uma ameaça para as árvores do perímetro urbano. Por essa razão é de extrema importância a correta orientação das prefeituras acerca do planejamento da arborização urbana, desde a escolha adequada das espécies arbóreas até a forma de plantio e conservação (Souza, 1996).

As árvores do perímetro urbano são constantemente ameaçadas pelo descuido da população e do Poder Público e também pela instalação e localização dos equipamentos destinados ao atendimento das necessidades públicas como rede elétrica, de água e esgoto, por exemplo Souza (1996). Assim, é de suma importância a correta orientação das prefeituras acerca do planejamento da arborização urbana, desde a escolha adequada da espécie até a forma de plantio e conservação das árvores.

Ilhas de Calor

A ilha de calor atmosférica denuncia as modificações de certos parâmetros da camada basal da troposfera, por meio da diferença dos tipos de uso da terra e cobertura entre as paisagens urbanas e rurais (Oke, 1978; Fialho, 2012). Silva (2016) afirma que entre as diversas causas que contribuem para formação do fenômeno ilha de calor, a urbanização é considerada a mais relevante, pois contém em sua estrutura elementos que fazem com que em determinadas áreas circunvizinhas. Oke (1973) aponta que ilha de calor é um dos exemplos mais evidentes da interferência do homem no ambiente natural.

Masullo e Santos (2014) afirmaram que a expansão da ocupação, tanto em São Luís quanto nos demais municípios, influenciam diretamente o microclima da região, formando ilhas de calor com altas temperaturas na zona rural e urbana. Segundo Silva (2016), o processo de urbanização recente das cidades tem intensificado o uso e ocupação da terra, ocasionando diversos impactos ambientais oriundos da transformação do meio natural sem planejamento e, dentre os impactos ambientais destacam-se a redução das áreas com cobertura vegetal, ocorrência de enchentes, poluição do ar e aumento das temperaturas. As zonas urbanas das cidades tendem a apresentar temperaturas mais elevadas do que as áreas ao seu entorno e na própria área urbana, este fenômeno é denominado de ilha de calor. Figura 2.

É preciso frisar o aumento da ocupação do solo, direcionando 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, entre outros (Masullo 2014).

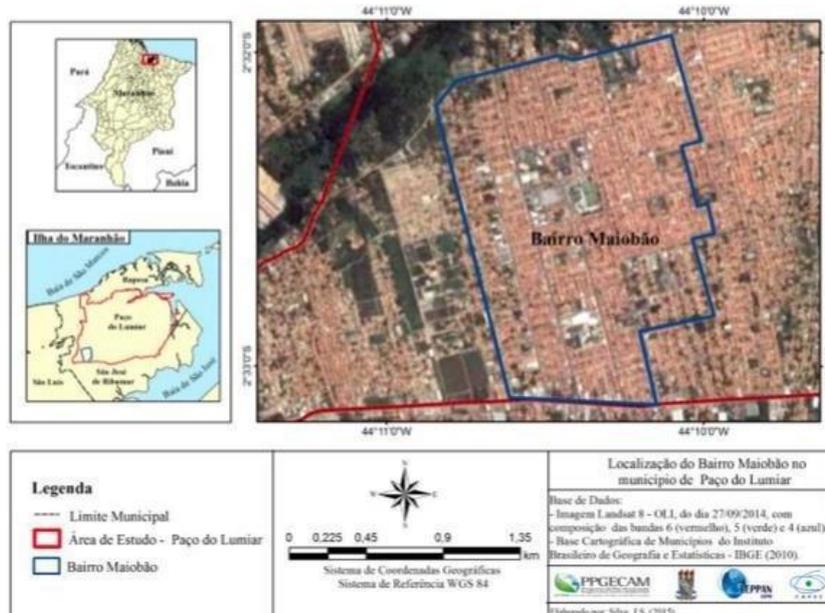
Segundo Silva (2016), a análise da variação espaços temporais do IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), SAVI e IAF (Índice de Área Foliar) ocorridas a superfície, demonstrou clara diminuição da classe dos valores mais elevados de vegetação, evidenciando a substituição da cobertura vegetal por áreas com maior urbanização, os menores valores dos índices de vegetação são observados principalmente na porção sudoeste do município, área onde estão localizados os bairros mais densamente ocupados, a exemplo o bairro do Maiobão. Pode-se verificar que as temperaturas de superfície apresentaram certo padrão de variação espacial, sobretudo, temporal. Nas datas analisadas, a temperatura de superfície variou de 37°C, os menores valores são observados na classe de água e vegetação de maior densidade, evidenciando que áreas com maior disponibilidade de água e presença de vegetação podem contribuir para a amenização dos efeitos de anomalias térmicas como as ilhas de calor. Figura 3.

Figura 2. Localização das áreas amostrais do uso e ocupação da terra.



Fonte: Silva (2016).

Figura 3. Localização do conjunto Maiobão no Município de Paço do Lumiar, MA.



Fonte: Silva (2016).

De acordo com Silva (2016), as altas temperaturas na superfície do conjunto Maiobão, também podem ser justificadas pela modificação no padrão na cobertura do uso e ocupação do solo. Na área que envolve a Praça do Viva Maiobão, que está localizada no centro do conjunto Maiobão destacado em vermelho na figura 3, houve redução na cobertura vegetal ao longo dos anos, como mostram as imagens de alta resolução da área em questão. Isto é percebido principalmente nas áreas circunvizinhas em amarelo que mostram a área em 2010 e 2014 – figuras 4(a) e figura 4(b).

Figura 4. Modificação da cobertura do uso e ocupação da terra no conjunto Maiobão. Praça do Viva Maiobão - (a) 2010; (b) 2014



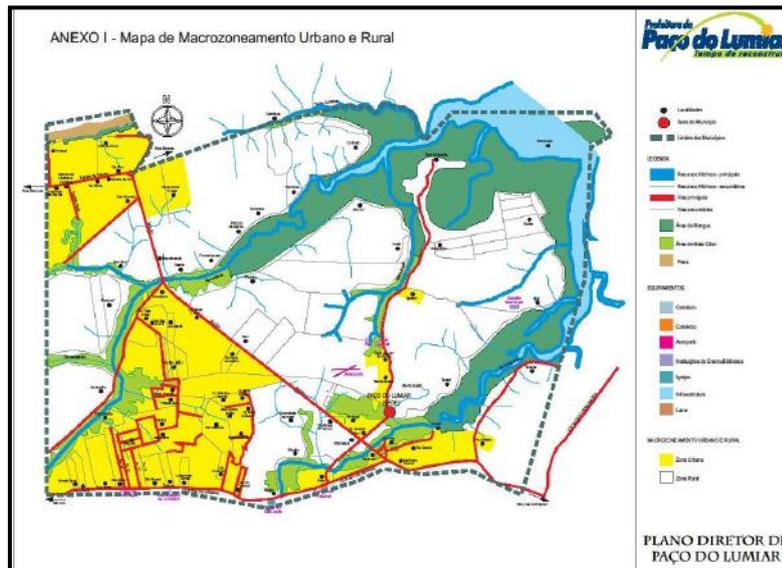
Fonte: Silva (2016) apud Google Earth (2010; 2014).

Segundo Araújo e Rangel (2012), o estudo do clima urbano tem-se mostrado uma importante contribuição para que os aspectos relativos à qualidade ambiental sejam tratados de forma mais adequada no plano diretor. Tal estudo permite associações tanto com o planejamento das áreas livres, do qual são derivadas questões como o zoneamento, a preservação ambiental e expansão urbana, quanto das áreas construídas, que se relacionam ao uso e ocupação do solo e ao código de edificações, podendo contribuir para a criação de índices urbanísticos mais adequados em termos da orientação solar, insolação e iluminação natural e ventilação.

Através do plano diretor, o município passa a ter um instrumento que lhe dá condições para ordenar as funções sociais da cidade, visando o bem de toda a sociedade. Na mesma linha de pensamento que Araújo & Rangel (2012), Cabral (2013) afirmam que os municípios poderão disciplinar o uso e a ocupação do solo urbano defendendo os interesses locais apoiados especialmente pelo plano diretor. A constituição federal também propõe meios de proteção ao meio ambiente, defendendo o bem-estar da população.

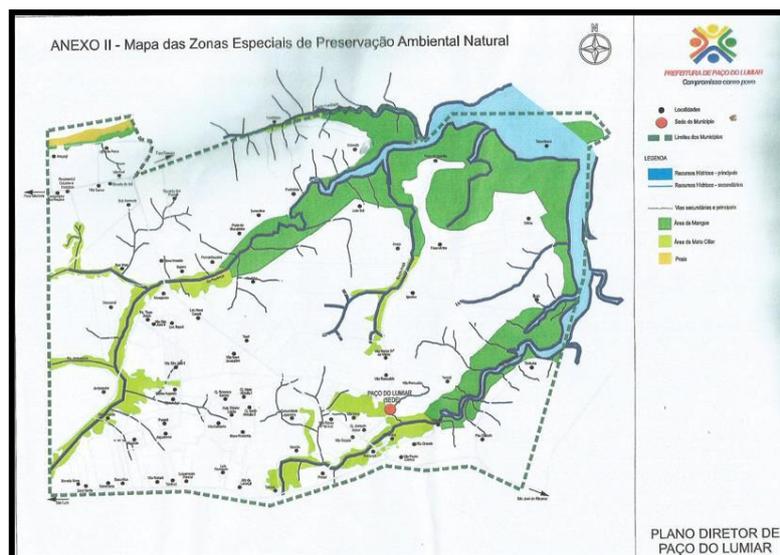
As Figuras 5, 6, 7 apresentam as divisões do município de Paço do Lumiar- MA de acordo com o Plano Diretor. Na Figura 5 temos o mapa do macrozoneamento urbano e rural neste observamos a divisão das zonas urbana e zona rural. Já na Figura 6 apresenta o mapa das zonas especiais de preservação ambiental natural que são as áreas mangue, mata ciliar e praia. Enquanto a Figura 7 faz referência as zonas com restrições específicas nesta encontramos as divisões da zona urbana em: zona urbana de interesse social (ZEIS), zona de urbanização básica (ZUB), zona de urbanização intensa (ZUI). Nota-se que as três figuras não discriminam os espaços verdes no Município.

Figura 5. Mapa do Macrozoneamento Urbano e Rural.



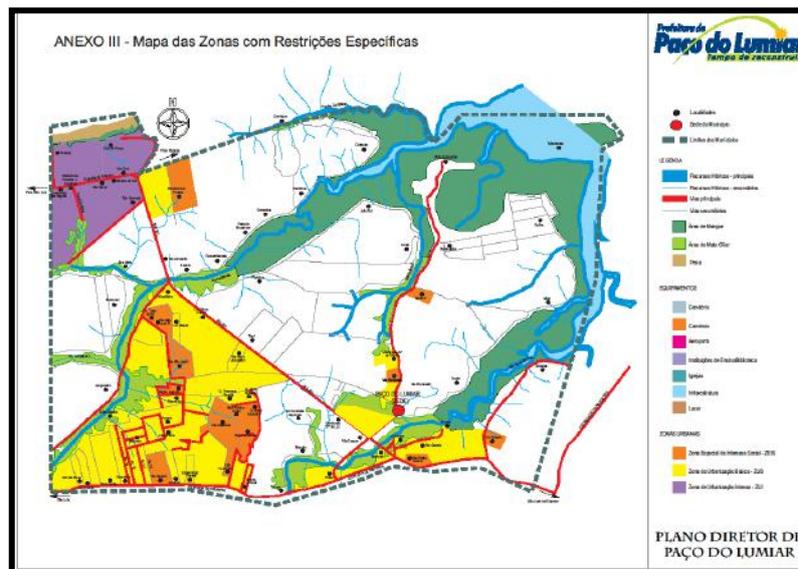
Fonte: Coordenação de Meio Ambiente e Secretaria de Infra estrutura de Paço do Lumiar, MA (2016).

Figura 6. Zonas especiais de preservação ambiental natural.



Fonte: Coordenação de Meio Ambiente e Secretaria de Infra estrutura de Paço do Lumiar, MA (2016).

Figura 7. Mapa das Zonas com Restrições Específicas.



Fonte: Coordenação de Meio Ambiente e Secretaria de Infra estrutura de Paço do Lumiar, MA (2016).

4. Conclusão

A expansão da ocupação urbana influencia diretamente o microclima da região do Município de Paço do Lumiar, formando ilhas de calor com altas temperaturas na zona rural e urbana. Dentre os impactos ambientais destacam-se a redução das áreas com cobertura vegetal.

Os municípios poderão disciplinar o uso e a ocupação do solo urbano defendendo os interesses locais apoiados especialmente pelo plano diretor. Através do plano diretor, o município passa a ter um instrumento que lhe dá condições para ordenar as funções sociais da cidade, visando o bem de toda a sociedade.

Há a necessidade de elaborar um Manual de Arborização ou Plano Municipal de Arborização para o Município de Paço do Lumiar. Dessa forma seus espaços serão ocupados de maneira organizada respeitando a real função das praças, avenidas e espaços vazios. A arborização urbana reafirma a integração dos espaços habitados nas regiões não habitadas dessa forma possibilita a trama biológica e das características climáticas e ambientais evitando assim as ilhas de calor e o desconforto ambiental que são características de cidades desprovidas de proteção vegetal adequada.

Referências

- Alves, A. D. L. (2019). Intensidade e modelagem das ilhas de calor urbanas de superfície em cidades de pequeno porte: análise da região do oeste goiano, *Boletim Geográfico de Maringá*, 37(1), 50-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v37i1.37346>.
- Araújo, R. R.; & Rangel, S. M. E. (2012). Crescimento urbano e variações térmicas em São Luís – MA. *Revista Geonorte*. Edição especial 2, 2(5), 308 – 318. <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2497/2305>.
- Borges, F. R. A. C., Marim, G. C., & Rodrigues, J. E. C. (2010). Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade ambiental em áreas urbanas: Um estudo de caso no bairro da Pedreira – Belém-PA. *VI Seminário Latino Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra*. <https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/cezar>.
- Cabral, P. I. D. (2013). Arborização urbana: Problemas e Benefícios. *Revista Especialize On-line IPOG – Goiânia*, 6(1), 15p. <https://docplayer.com.br/11023408-Arborizacao-urbana-problemas-e-beneficios.html>.
- Feitosa, A. C. (1996). Dinâmica dos Processos geomorfológicos na área costeira e nordeste da Ilha do Maranhão. *Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP.Rio Claro*. <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/6/4/161.pdf>.
- Fialho, E. S. (2012). Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito. *Acta Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica*, 61-76. DOI: <https://doi.org/10.5654/ACTA.V0I0.1094>.
- Ferreira, L. M., Zabotto, R. A., & Perito, F. (2021). *Verde urbano. Série Eu, o meio ambiente e você*. Engenheiro Coelho: Unaspress, 217 p. DOI <https://doi.org/10.19141/978-65-89185-53-6>.

- Furtado, M. S. Lima, N.de F. C. Gonçalves, L. D. P. & Feitosa, A. C.(2003). A intervenção antrópica na dinâmica da paisagem na área do Município de Paço do Lumiar-Maranhão. *X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. <http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo3/3.4/118/118.htm>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2012.a). Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 271p. <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2012.b). Cidades. <http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=210750&search=|infor%EFicos:-hist%F3rico>
- IMESC (Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (2011). Situação Ambiental da Ilha do Maranhão, São Luis, 57p. <https://docplayer.com.br/125295443-Situacao-ambiental-da-ilha-do-maranhao.html>.
- Lei Complementar nº 001, de 12 de agosto de 2013. Dispõe sobre o Código de Posturas do Município de Paço do Lumiar e dá outras providências. https://pacodolumiar.ma.gov.br/arquivos/197/Leis%20Municipais_N%20001_2013_0000001.pdf.
- Lei Nº 335 de 25 de setembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor de Paço do Lumiar e dá outras providências. <https://www.cmpacodolumiar.ma.gov.br/legislacao/tema/plano-diretor>
- Lombardo, M. A. (1985). *Ilha de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo:Hucitec, 244p.
- Lorenzi, H.; Souza, H. M.; Costa J. T. M.; Cerqueira, L. S. C. & Ferreira, E. (2004). *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. Nova Odessa, SP, 432 p.
- Lorenzi, H. (2008). *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- Lorenzi, H. (2009). *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- Macêdo, J. R. S.; & Feitosa, A. C. (2011). Intervenção humana na paisagem da Bacia do Igarapé da Guia, município de São Luís-MA. *Cadernos de Pesquisa*, 18(2), 11p. <http://periodicoseltronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/515/283>.
- Mascaró, L.; & Mascaró, J. (2002). *Vegetação Urbana*. Porto Alegre: UFRGS. 216p. https://www.academia.edu/16022272/Vegeta%C3%A7%C3%A3o_Urbana_L%C3%BAcia_Mascar%C3%B3
- Masullo, Y. A. G.; & Santos, J. R. C. (2014). Geoprocessamento aplicado a análise do avanço do processo de urbanização e seus impactos ambientais na Ilha do Maranhão. *V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental* Belo Horizonte/MG. <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/XI-078.pdf>.
- Moura, J. S.; Pereira, A.C. de M.; dos Santos, J.S. ; Santana, S. H. M.; Silva, M. A. M.; & Ferreira, W. N. (2020). Inventário florístico e percepção da população sobre a arborização urbana na cidade de Brejo Santo, Ceará / Inventário florístico e percepção da população sobre a arborização urbana na cidade de Brejo Santo, Ceará. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 6 (10), 75773–75792. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-124>
- Nunes, K. R. S; Costa, C. L; & Mendonça, I. S. C. (2012). Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio Cururuca em Paço do Lumiar- MA. *VII- CONNEPI - Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação*. Palmas – TO. <https://propi.ift.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/4346>.
- Oke, T. R. (1973). City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment*, Oxford, 7(8), 769-779.
- Oke, T. R. (1978). *Boundary layer climates*. London: Methuen, 460p.
- Pereira, A. S.; Shitsuka, D. M.; Parreira, F. B.; & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM. https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf.
- Queiroz, R. M. R. & Feferbaum, M. (2022). *Metodologia da pesquisa em direito*. Editora Saraiva.
- Silva, J. S. (2016). Análise multitemporal do uso e ocupação da terra e identificação de ilhas de calor no município de Paço do Lumiar (MA). *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa. 128p.<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8935/2/arquivototal.pdf>.
- Souza, C.; & Carneiro, M. E. F. (1996). *Retrospectiva Histórica de Goiás, da Colônia à Atualidade*, - Goiânia, GO: Livraria Cultura de Goiânia, p. 114.