



**Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em
Teresina, Piauí**

**Geoprocessing applied to the study of the urbanization process and its effects in
Teresina, Piauí**

**Geoprosesamiento aplicado al estudio del proceso de urbanización y sus efectos en
Teresina, Piauí**

Gabriel dos Santos Camêlo¹

Geovana Machado Pereira²

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil
gscamelo02@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6881-6848

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil
geovanamachado665@gmail.com;

ORCID: XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

RESUMO

Desde o século XVIII, o processo de urbanização acarretou o desenvolvimento do setor industrial nos centros urbanos, ocasionando no incremento da economia. Em contrapartida, tal fenômeno provocou diversas implicações ambientais, como formação de ilhas de calor e redução da cobertura vegetal. Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma análise geoespacial sobre o processo de urbanização e alguns de seus efeitos em Teresina ao longo de 30 anos, fazendo uso do Geoprocessamento e suas ferramentas. Para tal, obteve-se dados da USGS, Mapbiomas e Google Earth Pro para o estudo da variação de temperatura, mudanças de cobertura e uso da terra, expansão urbana e correlação estatística. Os resultados mostraram ser possível identificar o aumento da área urbanizada e sua temperatura, em detrimento da subtração das áreas verdes.

Palavras-chave: Urbanização; Teresina; Geoprocessamento; Mapbiomas; Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

Dating back to the 18th century, the urbanization process has led to the development of the industrial sector in urban centers, resulting in an increase in the economy. On the other hand, this phenomenon has caused several environmental implications, such as the formation of heat islands and reduction of vegetation cover. Given this scenario, this paper aims to present a geospatial analysis of the urbanization process and some of its effects in Teresina over 30 years, making use of Geoprocessing and its tools. To this end, data from USGS, Mapbiomas, Google Earth Pro were obtained for the study of temperature variation, land cover and land use changes, urban expansion and statistical correlation, being possible to identify the increase of the urbanized area - and its temperature - in detriment of the subtraction of green areas.

Keywords: Urbanization; Teresina; Geoprocessing; Mapbiomas; Remote Sensing.

RESUMEN

El proceso de urbanización, que se remonta al siglo XVIII, ha propiciado el desarrollo del sector industrial en los centros urbanos, lo que ha supuesto un aumento de la economía. Por otro lado, este fenómeno ha provocado varias implicaciones medioambientales, como la formación de islas de calor y la reducción de la cubierta vegetal. Ante este escenario, este trabajo pretende presentar un análisis geoespacial del proceso de urbanización y algunos de sus efectos en Teresina a lo largo de 30 años,

haciendo uso del Geoprocetamiento y sus herramientas. Para ello, se obtuvieron datos de USGS, Mapbiomas, Google Earth Pro para el estudio de la variación de la temperatura, los cambios de cobertura y uso del suelo, la expansión urbana y la correlación estadística, siendo posible identificar el aumento de la zona urbanizada - y su temperatura - en detrimento de la sustracción de las zonas verdes.

Palabras clave: Urbanización; Teresina; Geoprocetamiento; Mapbiomas; Teledetección.

1 Introdução

Cruz (2022) define urbanização como um fenômeno de crescimento da população urbana motivada pelo êxodo rural, sendo datada a partir do século XVIII com o advento da Revolução Industrial na Europa. No Brasil, esse processo teve início no século XX, a partir da década de 30, sendo marcado pelo desenvolvimento da industrialização no país, resultando em um deslocamento da população rural para a área urbana – além de migrações entre regiões, com concentração na região Sudeste. Com isso, as cidades passaram a receber um contingente pessoas e cresceram de forma acelerada e exagerada, situação que trouxe muitos problemas como gentrificação, expansão de áreas periféricas, ilhas de calor e redução de áreas verdes.

Masullo e Santos (2014) argumentaram que o avanço da urbanização intensifica mudanças no ambiente, provocando diferentes impactos ao solo, água, atmosfera, e à biodiversidade. Além disso, as modificações na cobertura vegetal e no uso da terra resultam em significativas alterações nos ecossistemas, nos fluxos biogeoquímicos e no clima.

Inserida nesse contexto, encontra-se o município de Teresina, capital do Piauí, a qual a partir de 1950 enfrentou um ritmo de crescimento acelerado, resultando na expansão de sua população, desenvolvimento dos setores comercial, econômico, social, além de modificações na paisagem, clima e meio ambiente. Tais eventos são produtos do processo de urbanização, o qual implementa um modelo baseado na industrialização, maior concentração de pessoas nas cidades e aumento de produção (ALVES, 2010).

Diante dessa situação, destaca-se o trabalho de Barboza, Neto e Caiana (2020), que fez uso das geotecnologias – Sensoriamento Remoto – para analisar a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) e relacioná-la com cobertura vegetal por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no município de Fortaleza - CE. Em seus resultados, os autores relevaram que as áreas que apresentaram menores valores de NDVI tinham maiores valores de temperatura, refletindo, assim, a relevância da vegetação para o clima urbano.

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma análise geoespacial sobre o processo de urbanização e alguns de seus efeitos em Teresina ao longo de 30 anos

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

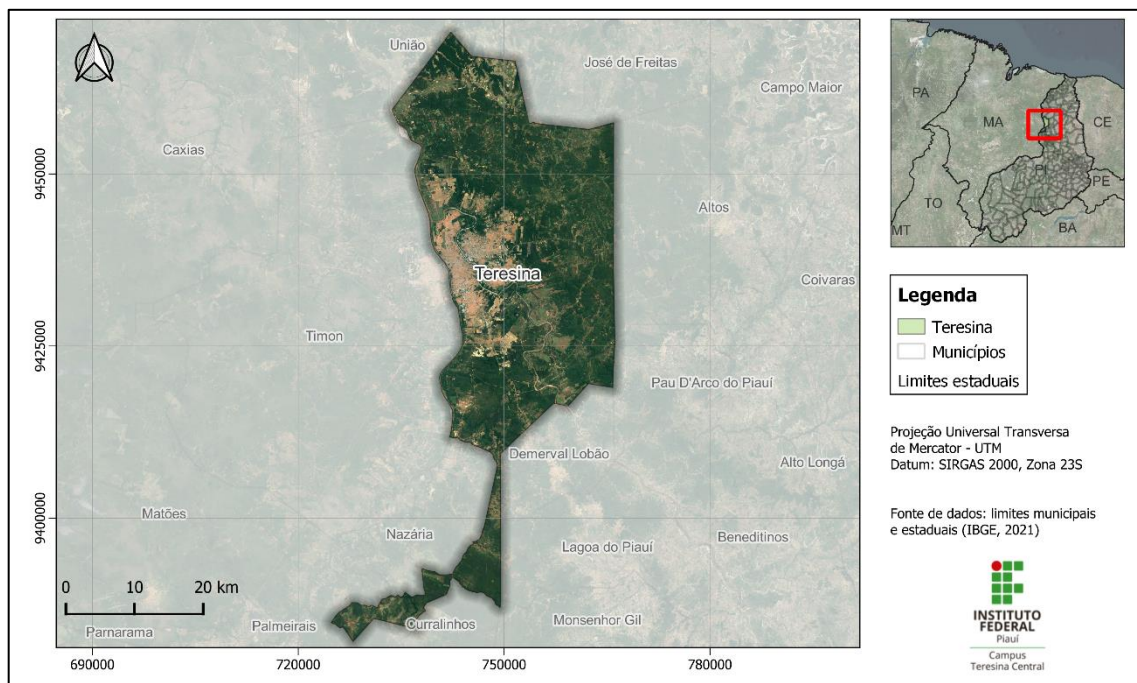
(1990 - 2020). Para o cumprimento desse trabalho, fez-se o uso do Geoprocessamento e de suas ferramentas - Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e estatística -, fornecendo, no final, um estudo sobre alterações na temperatura, uso e cobertura do solo, além de associações sobre a variação de áreas vegetadas e urbanizadas.

2 Material e Métodos

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O município – também capital – piauiense de Teresina (Figuras 1 e 2) situa-se na porção Centro-Norte do Estado, tendo como coordenadas geográficas 05°05’’ de latitude Sul e 42°48’’ de longitude Oeste, além de uma altitude média de 74,4 m acima do nível médio do mar. Conhecida como Cidade Verde, conta com uma extensão de 1.392 km² e uma população de 830 mil habitantes. Ademais, possui um clima tropical semiúmido de altas temperaturas, com um período de chuvas (verão e outono) e um período seco (inverno e primavera) como suas duas estações características (PMT, 2019).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Teresina - PI



Fonte: autores (2022)

Figura 2 – Vista da Ponte Estaiada, Teresina - PI



Fonte: Ccom (2021)

No tocante a sua origem, Teresina começou a ser povoada no século XVII, servindo para a criação de gado, e sua fundação deu-se em 16 de agosto de 1852. No mesmo ano, o conselheiro José Antônio Saraiva transferiu a sede administrativa da província do Piauí - antes situada no município de Oeiras - para Teresina, na qual tornou-se a capital do estado piauiense, e sendo oficialmente considerada a primeira cidade planejada do Brasil. O nome da cidade é em homenagem à Imperatriz Teresa Cristina Maria de Bourbon, a qual foi responsável pela da mudança de capital da província (NOVO, 2020).

Quanto ao seu processo de crescimento e urbanização, Teresina expandiu-se nos sentidos norte, sul e leste, com destaque para o Sul, onde houve as implantações do Distrito Industrial e dos primeiros conjuntos habitacionais (SILVA; SILVA e VIEIRA, 2017). Foi a partir da década de 1950 que a cidade teresinense, influenciada pelo Plano de Metas, sofreu um rápido processo de urbanização, resultando em um significativo crescimento de sua população, na qual foi de 90 mil na época para quase 380 mil no final de 1980. Vale salientar que nesse intervalo de tempo (1950-1980), o município apresentou uma taxa de crescimento populacional superior a 5% ao ano, resultando na atração de um enorme contingente populacional oriundo do interior do estado, no qual era constituído por indivíduos buscando melhores condições de vida (BARCELAR, 1994).

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

2.2 Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do trabalho foram obtidos, no geral, dados da cidade de Teresina durante um período de 30 anos, com intervalo de 10 anos - mais especificamente nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. Foram obtidas imagens da capital piauiense dos anos citados anteriormente com o auxílio do software Google Earth Pro, através da função “Imagens Históricas”. O objetivo dessa etapa foi possibilitar uma análise geográfica das mudanças espaço-ambientais ocorridas nessas três décadas.

Na segunda etapa, foram coletadas imagens dos satélites Landsat 5 (banda 6) e Landsat 8 (banda 10), adquiridas no site da United States Geological Survey (USGS), nos meses de julho (2010), agosto (1990 e 2020) e novembro (2001). Fazendo uso do QGIS, foram feitos os procedimentos de reprojeção (SIRGAS 2000), correção atmosférica (plug-in SCP) e cálculo da temperatura em Celsius, conforme a Equação 1 a seguir:

$$C = T - 273.15 \quad (1)$$

Onde: C é a temperatura em Celsius e T é a temperatura em Kelvin da imagem corrigida pelo plug-in.

Por fim, recortou-se a imagem para os limites do município de Teresina, configurou-se uma simbologia para melhor representar a variação de temperatura e foi produzido um mapa de variação de temperatura de superfície do município. Cabe ressaltar que a significativa amplitude no período (meses) do material coletado se deveu pelo fato da tentativa da procura de imagens com a menor presença de nuvens. Salienta-se também que, com exceção do ano de 2020, as imagens obtidas não preencheram todo o limite da área de estudo; entretanto, tais eventos não interferiram na análise e no entendimento dos resultados.

Na terceira etapa, foram adquiridos dados do uso e cobertura da terra (LCLU) da coleção 7.0 do Projeto Mapbiomas através da plataforma Google Earth Engine (GEE), que permitiu a coleta de imagens da área de estudo nos períodos antes explicitados, com o intuito de caracterizar e analisar as mudanças do uso do solo em decorrência do processo de urbanização. Obtidos os dados e utilizando o software QGIS 3.14, foi feita uma reclassificação das classes de LCLU, agrupando as classes com características similares em um grupo mais amplo (ROCHA; VIEIRA; SILVA, 2022). A Tabela 1 a seguir apresenta as classes originais da coleção 7, as novas classes reclassificadas e a descrição dessas.

Tabela 1 – Cobertura do solo reclassificada

Classes originais (agrupadas)	Reclassificação
Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue, Restinga Arborizada	Floresta
Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Apicum, Afloramento Rochoso, Restinga Herbácea, Outras Formações não Florestais	Formação natural não florestal
Pastagem, Agricultura, Silvicultura (monocultura), Mosaico de Agricultura	Agropecuária
Praia, Duna e Areal, Área Urbanizada, Mineração, Outras Áreas não Vegetadas	Área não vegetada
Rio, Lago e Oceano, Aquicultura	Corpo D'água

Fonte: autores (2022) e adaptado de Mapbiomas (2022 e 2021).

Após a reclassificação, foi feita a quantificação da área das 5 classes em quilômetros quadrados (km²) através da ferramenta “r. report”. Os valores das áreas foram inseridos em planilha no Excel para as futuras discussões.

Finalmente, para a quarta e última etapa, foi feito o uso da Correlação de Pearson, visando expor o quanto a variabilidade da classe “Área não vegetada” está correlacionada com a variabilidade da classe “Floresta”. Para tal, fez-se uso novamente do Mapbiomas, mas sem a necessidade dessa vez do GEE, apenas da aba “Acesse a plataforma”, onde foram coletados dados tabulares das áreas das classes de cobertura Nível 1 - coincidentes com as reclassificadas no QGIS – de cada ano no período de 1990 a 2020, ou seja, 30 anos. Após isso, os dados foram inseridos no Excel e fez-se a aplicação da seguinte sintaxe, expressa na Equação 2:

$$\text{PEARSON}(\text{matriz1}, \text{matriz2}) \quad (2)$$

Onde: matriz1 é o argumento com os valores independentes e matriz2 é o argumento com os valores dependentes (MICROSOFT, 2022).

Com isso, foi feito um gráfico de dispersão com esses valores, no qual foi adicionada uma linha de tendência do tipo Linear ao mesmo, além de optar por exibir a equação e o valor do R-quadrado desse elemento.

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

3 Resultados e Discursão

2.1 Urbanização de Teresina ao longo de 30 anos

Conforme é exposto pela Figura 3, é notório o significativo crescimento da cidade de Teresina em 30 anos, sendo possível visualizar tal fenômeno nos sentidos norte, sul e leste (SILVA; SILVA; VIEIRA, 2017).

Figura 3 – Evolução da urbanização e crescimento de Teresina ao longo de 30 anos



Fonte: Google Earth Pro (2022).

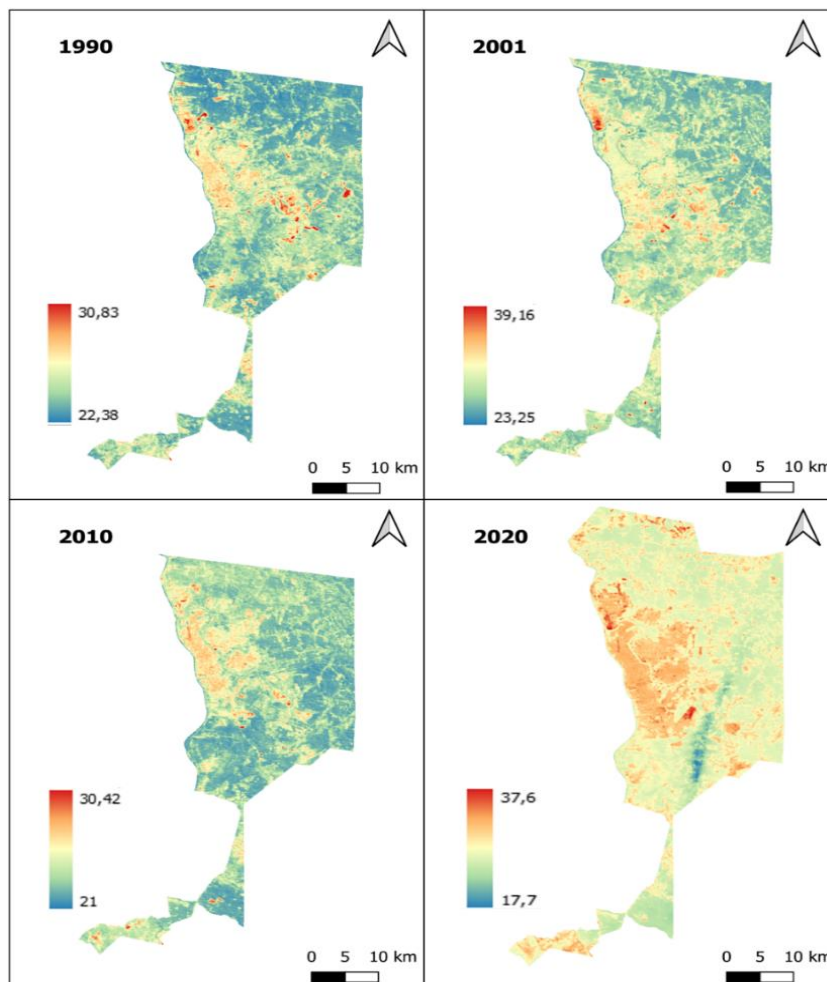
Destaca-se o desenvolvimento das regiões Centro-Norte e Leste a partir da década de 1990, em razão dos investimentos residenciais. De 2000 para os anos posteriores, essas regiões continuaram expandindo, consequência da marcante presença de empreendimentos por parte do setor imobiliário - Norte, Leste e Sul - e do comercial – Centro. Vale salientar, como resultado desse crescimento - além do implícito desenvolvimento de sua população -, a implantação de novos bairros e a consolidação do setor comercial, o qual é reconhecido como o principal setor econômico da capital piauiense (NOVO, 2020).

2.2 Variação da temperatura de superfície

Ao analisar a figura 4, é perceptível a significativa variação de temperatura que o município de Teresina vem enfrentando nos últimos 30 anos, principalmente quando se compara os anos de 1990 e 2020. O grande destaque é na zona urbana da capital piauiense, onde, em razão da substituição da vegetação por construções, são registradas as maiores temperaturas (FEITOSA; GOMES; NETO; ANDRADE, 2011).

Vale salientar que os resultados encontrados se encontram similares com trabalho de Guilherme, Biudes, Mota e Muis (2020), o qual, através do mapeamento da temperatura e da vegetação na zona urbana do município de Coari – AM (e avaliando impacto da urbanização na temperatura local), perceberam uma influência considerável da vegetação na manutenção da temperatura - relevando a importância da arborização e cobertura vegetal nas áreas urbanas.

Figura 4 - Mapa da temperatura de superfície de Teresina ao longo de 30 anos



Fonte: autores (2022).

Nota-se também que regiões circunvizinhas do núcleo urbano ficaram relativamente mais quentes com o passar do tempo, como observado no ano de 2020, quando comparado

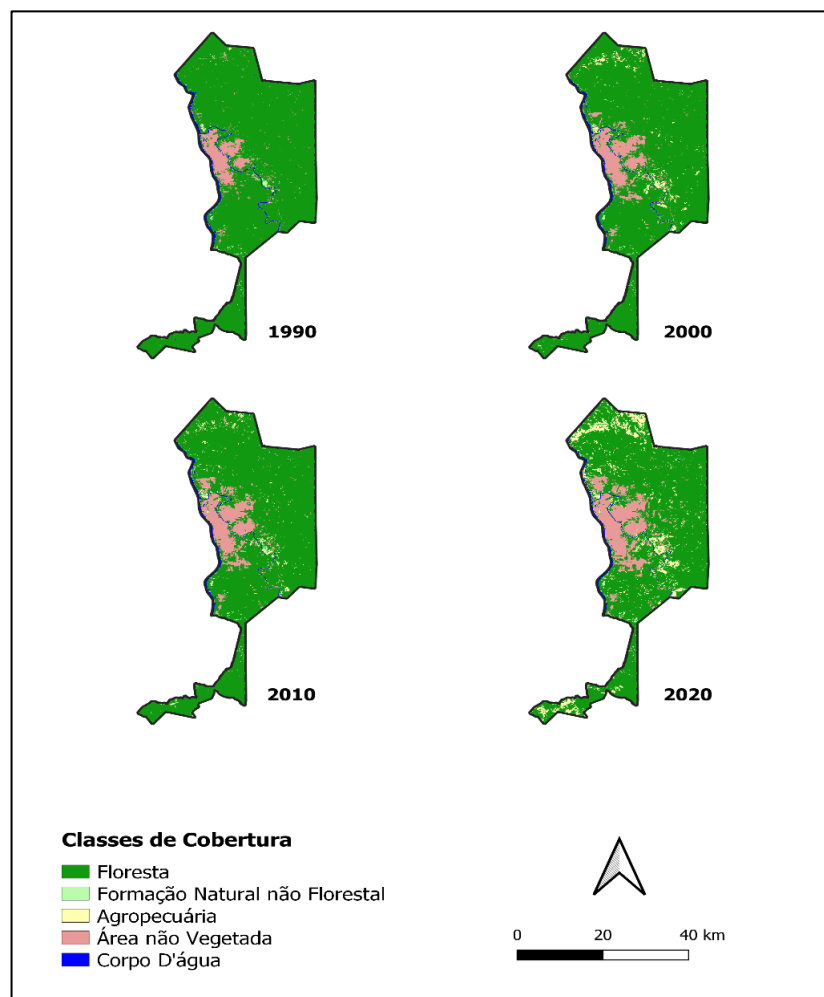
Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

com os demais anos. Tal realidade reflete o avanço do perímetro urbano sobre as zonas rurais, onde ocorre a edificação e exposição do solo de áreas antes ocupadas pela vegetação nativa – ônus do processo de urbanização (ABREU e ANDRADE, 2019).

2.3 Mudanças no uso e cobertura da terra

Na Figura 5 pode-se observar a distribuição e evolução da cobertura e uso do solo da área de estudo para os anos de 1990 a 2020, entre intervalos de 10 anos.

Figura 5 – Uso e cobertura da terra de Teresina-PI (1990 - 2020)



Fonte: autores (2022), com base em dados do Mapbiomas 7.0 (2022).

Na Tabela 2, por sua vez, observam-se os valores quantificados de área ocupada por cada classe reclassificada de cobertura e uso da terra e sua variação espaço-temporal no período de 30 anos. Já na Tabela 3, são expostos os valores em área e percentagem de ocupação das classes dos anos de 1990 e 2020.

Tabela 2 – Valores das áreas de uso e cobertura da terra de Teresina (1990 - 2020)

Classe	1990	2000	2010	2020
Floresta (km ²)	1269,26	1210,28	1193,50	1079,02
Formação Natural não Florestal (km ²)	9,96	9,64	11,60	10,79
Agropecuária (km ²)	2,75	31,26	25,22	112,73
Área não vegetada (km ²)	94,36	128,94	149,21	179,09
Corpo D'água (km ²)	19,49	15,69	16,29	14,18

Fonte: autores (2022), com base em dados do Mapbiomas 7.0 (2022).

Tabela 3 – Valores e percentuais das áreas de uso e cobertura da terra de Teresina (1990 e 2020)

Classe	1990	(%)	2020	(%)
Floresta (km ²)	1269,26	90,93	1079,03	77,30
Formação Natural não Florestal (km ²)	9,96	0,71	10,79	0,77
Agropecuária (km ²)	2,75	0,20	112,73	8,08
Área não vegetada (km ²)	94,36	6,76	179,09	12,83
Corpo D'água (km ²)	19,49	1,40	14,18	1,02
Total (km²)	1395,82	100	1395,81	100

Fonte: autores (2022), com base em dados do Mapbiomas 7.0 (2022).

A partir desses dados, é possível observar uma pequena redução na classe “Floresta” de 1269,29 km² (90,93%) para 1079,03 km² (77,30%) entre os anos de 1990 e 2020. Apesar dessa perda de área não ser considerada, de maneira geral, relevante, é importante salientar, todavia, que com o passar de 3 décadas houve uma alteração negativa da cobertura vegetal. O que chama a atenção, entretanto, são outras duas classes que obtiveram um aumento significativo em detrimento da classe “Floresta” no mesmo período anteriormente citado: “Agropecuária” (aumento de 7,88%) e “Área não Vegetada” (acréscimo de 6,07%).

Tais dados ratificam os argumentos de Feitosa, Gomes, Neto e Andrade (2011) em relação a como o processo de urbanização influencia na substituição da vegetação para o desenvolvimento de áreas urbanizadas e - com o que foi apresentado acima - zonas de agricultura e pecuária. Ademais, os resultados obtidos mostraram-se convergentes com o trabalho de Araújo (2022), no qual detectou um aumento das classes área urbanizada, solo exposto, savana, agricultura e corpo hídrico em detrimento da redução da classe mata nativa.

2.4 Associação entre as áreas vegetada e urbanizada

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

A Tabela 4 apresenta, partir dos dados obtidos da plataforma Mapbiomas, a distribuição dos valores de cobertura no município de Teresina no período de 30 anos a partir de 1990 até 2020, possibilitando um maior detalhamento do comportamento das áreas das classes Nível 1.

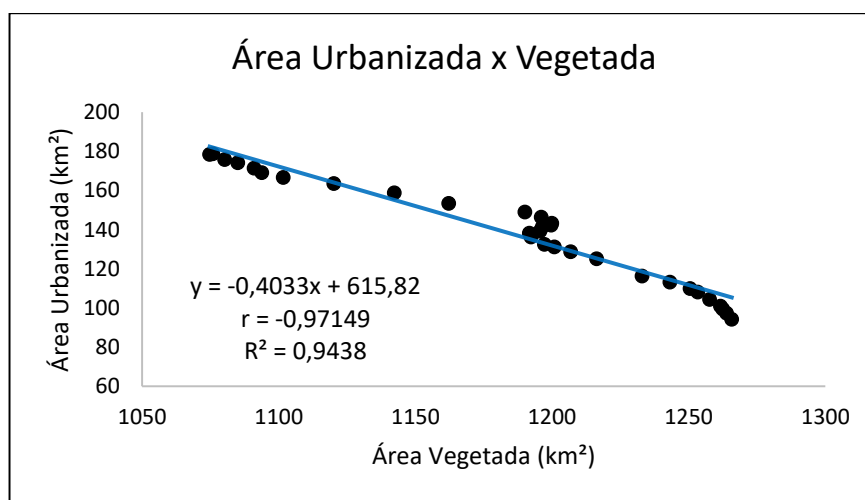
Tabela 4 – Valores das áreas de uso e cobertura da terra Nível 1 de Teresina

Ano	Floresta (km ²)	Formação Natural não Florestal (km ²)	Agropecuária (km ²)	Área não vegetada (km ²)	Corpo D'água (km ²)
1990	1265,75	9,92	2,71	94,24	18,60
1991	1263,85	9,08	2,71	97,43	18,13
1992	1262,46	9,20	2,36	99,54	17,66
1993	1261,58	9,69	1,70	101,02	17,23
1994	1257,68	10,25	1,74	104,35	17,20
1995	1253,26	10,28	2,92	108,14	16,62
1996	1250,45	10,38	4,17	110,01	16,21
1997	1243,14	10,12	8,64	113,27	16,05
1998	1232,88	9,57	16,63	116,45	15,68
1999	1216,32	9,18	24,83	125,27	15,62
2000	1206,78	9,62	31,27	128,75	14,80
2001	1200,86	10,30	34,05	131,31	14,70
2002	1197,21	10,56	35,81	132,58	15,06
2003	1192,31	11,04	36,38	136,39	15,10
2004	1191,69	10,96	34,35	138,35	15,87
2005	1195,57	11,26	29,09	139,29	16,01
2006	1196,34	11,42	26,39	141,31	15,75
2007	1199,65	11,29	21,95	142,40	15,93
2008	1199,88	11,31	20,69	143,39	15,94
2009	1195,98	11,73	21,29	146,45	15,76
2010	1190,01	11,57	25,19	149,04	15,41
2011	1162,24	11,42	49,42	153,52	14,61
2012	1142,24	10,83	65,41	158,87	13,86
2013	1120,10	10,72	83,09	163,67	13,64
2014	1101,69	10,70	98,35	166,78	13,71
2015	1093,84	10,55	104,25	169,17	13,41
2016	1090,94	10,60	104,54	171,53	13,61
2017	1085,03	10,48	107,79	174,29	13,62
2018	1080,24	10,22	111,31	175,86	13,58
2019	1074,72	10,26	114,29	178,56	13,37
2020	1075,86	10,75	112,40	178,78	13,42

Fonte: Adaptado de Mapbiomas (2022)

A partir desses dados, foi possível a construção de um gráfico de dispersão entre as classes “Floresta” e “Área não vegetada”, as quais foram modificadas, respectivamente, para “Área Vegetada” e “Área Urbanizada”. Conforme é apresentado na Figura 6, o resultado do Coeficiente de Correlação linear (r) foi de uma correlação negativa significativamente forte. Tal informação é ratificada pelo Coeficiente de Determinação (R²) também elevado, podendo ser interpretado do ponto de vista de que 94,38% da variação da área urbanizada (expansão) pode ser explicada pela variação da área vegetada (redução).

Figura 6 – Correlação de Pearson aplicada sobre Área Vegetada e a Área Urbanizada



Fonte: autores (2022)

É importante salientar, porém, que correlação não indica causa, mas apenas mostra o quanto as variáveis estão correlacionadas ou associadas, sendo necessária uma análise mais profunda do trabalho, a fim de apontar a presença de outros fatores que podem influenciar a variável dependente (PEREIRA, 2018).

4 Considerações finais

Os resultados do estudo apontaram que nos últimos 30 anos as áreas vegetadas em Teresina diminuíram proporcionalmente em que a população cresceu e a cidade se expandiu, verificando-se temperaturas de superfície mais elevadas nas regiões de maior concentração de áreas construídas. Ademais, notou-se uma correlação negativa forte entre as áreas de cobertura vegetal e urbanizada, refletindo o ônus do processo de urbanização: o aumento da área urbanizada em detrimento da redução de áreas verdes.

Por fim, o objetivo do estudo foi realizado com êxito, no qual foram feitas algumas aplicações do Geoprocessamento para uma importante questão contemporânea. Com isso, espera-se que o presente artigo possa subsidiar futuros trabalhos acadêmicos do ramo.

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

Referências

ABREU, G. S.; ANDRADE, C. S. P. Geotecnologias aplicadas à caracterização da temperatura da superfície na cidade de Teresina (PI). **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 13, n. 32, p. 28-47, 2019.

ALVES, Elis Dener Lima. Ilha de Calor ou Ilha Térmica: um conceito aberto à discussão. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 10, n. 110, p. 124-129, 2010.

ARAÚJO, A. C. B. Análise da cobertura da terra no município de Itapecuru Mirim–MA. **UFMA**, Chapadinha, 2022.

BARBOZA, E. N.; NETO, F. D. C. B.; CAIANA, C. R. A. Geoprocessamento aplicado na análise dos efeitos da urbanização no campo térmico em Fortaleza, Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e57973731-e57973731, 2020.

BARCELAR, Olavo Ivanhoé de Brito. **Carta Cepro**. Teresina, v.15, n.1, jan.-jun, 1994, p.75-98.

CRUZ, Talita. O Que é Urbanização? Entenda o Processo, Causas e Consequências no Brasil. **Viva Decora Pro**, 2022. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/urbanizacao/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

FEITOSA, S. M. R.; GOMES, J. M. A.; NETO, J. M. M; ANDRADE, C. S. P. Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina–Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 2, p. 58-75, 2011.

GUILHERME, A. P.; BIUDES, M. S.; MOTA, D. D. S.; MUSIS, C. R. D. Relação entre tipo de cobertura do solo e temperatura de superfície. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 515-525, 2022.

MASULLO, Y. A. G; SANTOS, J. R. C. 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, 2014.

MICROSOFT, Suporte. PEARSON (Função PEARSON). **Microsoft**, 2022. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/pearson-fun%C3%A7%C3%A3o-pearson-0c3e30fc-e5af-49c4-808a-3ef66e034c18>. Acesso em: 16 out. 2022.

NOVO, B. N. Teresina e sua história. **Meu Artigo Brasil Escola**, 2020. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/brasil/teresina-e-sua-historia.htm>. Acesso em: 15 out. 2022.

PARREIRA, Guilherme. Coeficiente de correlação de Pearson. **Gpestatística**, 2018. Disponível em: <https://gpestatistica.netlify.app/blog/correlacao/>. Acesso em: 16 nov. 2022.

PMT. Prefeitura Municipal de Teresina. **Teresina**, 2019. Disponível em: <https://pmt.pi.gov.br/teresina/>. Acesso em: 15 out. 2022.

ROCHA, J. V. V.; VIEIRA, V. D. C. B.; SILVA, A. J. Análise espaço-temporal da expansão do cultivo da Soja em Uruçuí-Piauí. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e37411629174-e37411629174, 2022.

SILVA, E. O.; SILVA, G. D.; VIEIRA, N. R. C. Expansão urbana na cidade de Teresina e suas transformações socioespaciais. **Encontro Nacional da Rede Observatório das Metrôpoles**, Natal. Anais eletrônicos. Natal: UFRN, p. 29-31, 2017.

SV. O que fazer em Teresina e outros destinos no Piauí para visitar. **Segue Viagem**, 2021. Disponível em: <https://www.segueviagem.com.br/destaques-blog/o-que-fazer-em-teresina-e-outros-destinos-para-visitar-no-piaui/>. Acesso em: 15 out. 2022.