



## ANÁLISE QUANTI-QUALITATIVA DO SOLO URBANO COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DOS BAIROS SANTA MARIA DA CODIPI E JACINTA ANDRADE EM TERESINA/PIAÚÍ

Quantitative analysis of urban soil as indicator of environmental quality: case study of Santa Maria da Codipi and Jacinta Andrade neighborhoods in Teresina/Piauí

### Rafael Anderson Silva dos Santos

Graduado em Licenciatura em Geografia - UFPI

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3398-8507>

[randersosn@ufpi.edu.br](mailto:randersosn@ufpi.edu.br)

### Karoline Veloso Ribeiro

Doutorando em Geografia - UFC

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2697-6098>

[karoveloso@alu.ufc.br](mailto:karoveloso@alu.ufc.br)

### Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

Professor do curso de Geografia - UFPI

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3051-3301>

[falcao.sobral@gmail.com](mailto:falcao.sobral@gmail.com)

Artigo recebido em 01/06/2021 e aceito em 30/10/2021

### RESUMO

A expansão das áreas urbanas causou impactos ao meio ambiente devido ao processo de urbanização associada à falta de um planejamento urbano adequado. Em Teresina, estado do Piauí, não ocorreu diferente. O objetivo deste trabalho é avaliar a real situação ambiental de sua área urbana, por meio de indicadores de Qualidade Ambiental, e o solo apresenta-se como um importante indicador dos impactos ao meio ambiente e é um instrumento importante de análise e tomada de decisões para melhorar a Qualidade Ambiental. Neste trabalho, tomam-se como referência os bairros Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade, localizados na região norte de Teresina/PI, que tiveram processos de urbanização diferentes e apresentam características distintas na ocupação do solo. A metodologia de análise partiu de pesquisas bibliográficas, seleção de fontes documentais referentes ao solo, como indicador de Qualidade Ambiental, como também utilização de mapeamentos e observação in loco da área de estudo. Com os dados levantados, tornou-se possível quantificar e qualificar o indicador ambiental através do método PEIR, apresentando resultado não satisfatório. Ressalta-se a necessidade de se obter novos estudos, dentre outros indicadores, para contribuir com a Qualidade Ambiental.

**Palavras-chave:** Urbanização; Qualidade Ambiental; Solos.

## ABSTRACT

The expansion of urban areas caused impacts to the environment due to the urbanization process associated with the lack of adequate urban planning. In Teresina, state of Piauí, it was no different. The objective of this work is to evaluate the real environmental situation of its urban area, through indicators of Environmental Quality, and the soil presents itself as an important indicator of impacts to the environment and is an important instrument for analysis and decision making for improve Environmental Quality. In this work, the Santa Maria da Codipi and Jacinta Andrade neighborhoods, located in the North region of Teresina/PI, which had different urbanization processes and have different characteristics in land occupation, are taken as a reference. The analysis methodology was based on bibliographic research, selection of documentary sources referring to the soil, as an indicator of Environmental Quality, as well as the use of mapping and on-site observation of the study area. With the data collected, it became possible to quantify and qualify the environmental indicator through the PEIR method, presenting unsatisfactory results. We emphasize the need to obtain new studies, among other indicators, to contribute to Environmental Quality.

**Keywords:** Urbanization; Environmental Quality; soils.

---

## 1. INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras, a partir da década de 1950, vivenciaram movimentos de intensa urbanização, provocando um avanço considerável da ação humana na natureza. A falta de um planejamento urbano adequado torna-se característica marcante no crescimento das cidades e pode ser considerado um dos principais causadores de impactos ao meio ambiente. É nesse contexto que a partir de 1970 aumentaram as discussões sobre os problemas socioambientais, considerando, a partir de então, o meio natural integrado ao planejamento urbano.

Nessa perspectiva, buscou-se ordenar o uso dos recursos naturais e qualificar os padrões de urbanização para atender ao desenvolvimento sustentável, a fim de que o equilíbrio das necessidades humanas e a função da natureza, no meio ambiente, possam se relacionar de forma harmoniosa, no intuito de serem as bases das políticas ambientais. Esse equilíbrio parte do princípio de que há um limite do meio natural que se pode usar, e até que ponto, pode ser apropriado e utilizado.

Para que esse equilíbrio se torne resultado de uma relação harmoniosa, tem-se como referência e amparo as leis dos países como dispositivos legais que norteiam as ações humanas. No Brasil estas ações devem estar em consonância com o proposto no Art. 225 da Constituição Federal/88, que preconiza que todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, pois é essencial à sadia qualidade de vida (BRASIL,1988).

Ainda nesse sentido, toma-se como referência o Art. 2º da lei 6.938/81 que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, que objetiva a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, atendida, dentre os princípios, o disposto no inciso VII no “acompanhamento do estado da qualidade ambiental” (BRASIL, 1981) alinhados ao Art. 5º da

DOI: 10.5281/zenodo.12676406

Política Nacional de Educação Ambiental, lei nº 9.795/99, que tem por objetivo incentivar à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania (BRASIL,1999).

Portanto, um planejamento ambiental voltado a dinâmica dos espaços, como determina a lei nº 10.257 de 2001, o Estatuto das Cidades, em que no parágrafo único do Art. 1º, preconiza a regulação e o uso da propriedade urbana em prol, dentre outros princípios, a do equilíbrio ambiental (BRASIL,2001), somado as referências já citadas, tornam-se ponto de início deste trabalho.

Ao considerar que as maiorias das cidades se desenvolveram sem a preocupação ambiental, em Teresina/PI não ocorreu diferente. Apesar de surgir como uma capital planejada ao longo de seu desenvolvimento a cidade atinge um processo de urbanização acelerado, expulsando a população de baixo poder aquisitivo para as áreas de encostas e vales de pequenos riachos na periferia da cidade (LIMA, 2016), contribuindo com a degradação da qualidade ambiental.

De acordo com Lima *et al.* (2021), a cidade de Teresina em 2015 apresentou índices consideráveis de alteração do solo e de urbanização que não atende ao desenvolvimento sustentável, principalmente nas regiões norte da cidade e extremo sul da cidade, observa-se maior consumo de solo no processo de apropriação dos espaços, como o aumento da impermeabilização e maior perda de cobertura vegetal.

Assim, o estudo em epígrafe objetiva avaliar, do ponto de vista qualitativo, como o solo urbano pode ser um indicador de qualidade ambiental, tendo como recorte espacial os bairros Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade em Teresina/Piauí.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Ao considerar o crescimento urbano a partir de meados do século XIX, poucos são os estudos sobre Qualidade Ambiental nas áreas urbanas, como aponta Nucci (2008). Segundo Lima (2005) é somente a partir das décadas de 1960 e 1970 que surgem as primeiras abordagens sobre Qualidade Ambiental quanto a sua conceituação e metodologias, bem como estudos dirigidos a ambientes urbanos.

Ao ampliar essa discussão, Nucci *et al.* (2019) apontam que os impactos gerados pela urbanização geram problemas ambientais que podem alterar as funções e os processos físicos do ambiente e conseqüentemente na Qualidade Ambiental. Assim, contribuir com as discussões desta temática aumentam a possibilidade de mitigação dos impactos ambientais gerados pela urbanização.

Para Gomes e Soares (2004), a Qualidade Ambiental é uma preocupação bastante relevante quando se discute o processo de degradação ambiental impulsionado pela urbanização. Os autores  
DOI: 10.5281/zenodo.12676406

apontam não haver consenso quanto a sua definição, pois o objeto de estudo pode ser analisado por diferentes perspectivas. Portanto, sua definição não pode ser generalizada, reafirmada pelas peculiaridades de cada espaço urbano.

Nesta discussão, Dias *et al.* (2011) destacam que há uma variabilidade de abordagens nesta temática e que não há indicadores precisos e definitivos, mas que devem ser buscados como resposta à dinâmica das pressões e do sistema socioeconômico e cultural sobre o ambiente natural, relacionando-os ao planejamento territorial.

Assim, avaliar a situação ambiental urbana com o intuito de se analisar o nível de intensidade da relação sociedade e natureza parte da abordagem sobre os indicadores de qualidade ambiental. Para Lima (2007), a avaliação dos indicadores resulta num grau de naturalidade, resultados positivos, ou refletem os interesses da sociedade, resultados negativos.

Dentre as diversas abordagens sobre Qualidade Ambiental, o solo apresenta-se como um referencial nesta discussão. De acordo com Pauleit e Breuste (2011, p. 20), citado por Nucci *et al.* (2019, p. 76) propõe que a “atenção deve ser dada para as dinâmicas de uso e de cobertura da terra devido aos seus impactos ambientais, salientando-se seus papéis como indicadores chave dos processos ecossistêmicos na cidade”.

Neste contexto, compreender a importância do solo a partir de suas funções no espaço, contribui nas ações que favorecem a Qualidade Ambiental, permitindo antecipar-se aos impactos ambientais, que são consequências das ações antrópicas. Nucci *et al.* (2019, p. 79) reforçam esse entendimento quando aplica o método da inferência “com o intuito de se prever as alterações na dinâmica com base nas modificações da estrutura da paisagem” como uma alternativa de respostas mais rápidas aos impactos.

Keller (1996) citado por Pedron *et al.* (2004) afirmam que os levantamentos de solos nas áreas urbanas e em seu entorno devem ser vistos como uma importante ferramenta na tomada de decisões para a expansão urbana ou recuperação de espaços urbanos degradados. Neste sentido, abordar os solos como objeto de análise, como um dos indicadores de Qualidade Ambiental no espaço urbano, contribui com as discussões a respeito dos problemas gerados pela intensa urbanização das cidades e possibilita apresentar caminhos para soluções destes.

Ao relacionar o solo com o estudo da Qualidade Ambiental nas áreas urbanas permite-se analisar o nível de descaracterização a partir dos fatores que evidenciam e influenciam na intensidade da alteração dos aspectos que caracterizam essas áreas urbanizadas, como os de uso e ocupação do solo e o geomorfológico.

Pedro (2011) destaca que a necessidade da expansão territorial urbana incorpora novas áreas, englobando todos os tipos de compartimentos do relevo e que toda a estrutura urbana se adapta as

condições do terreno. Logo, surgem novos comportamentos que relacionados aos aspectos da alteração morfodinâmica, como a impermeabilização, diminuição da cobertura vegetal e erosão, contribuem com a intensidade dos impactos.

Nesse sentido, Nunes e Aquino (2020) apontam que o avanço da urbanização em Teresina/PI, na maioria das vezes, não considerou as condições físico-naturais, influenciando diretamente na descaracterização do solo, como evidenciado nos bairros Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia de análise partiu de pesquisas bibliográficas, seleção de fontes documentais referentes a Qualidade Ambiental em artigos, dissertações e teses, como também pela utilização de mapeamentos através de bases cartográficas do IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e da SEMPLAN - Secretaria de Planejamento do município de Teresina e observação *in loco* da área de estudo. A função e a importância do solo no meio ambiente instigam a analisar o nível de alteração que sua descaracterização tende a ocasionar devido à intensa urbanização.

Assim, para serem válidos os indicadores de qualidade ambiental devem-se apresentar aspectos que os validam como dados, dentro das características ambientais, para servirem como instrumento de análise: quantificação de dados e suas relações com os problemas que mais se destacam na área em análise.

A análise seguiu o processo de urbanização de dois bairros da zona norte de Teresina/PI, a saber: Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade, de forma comparativa, considerando os fatores geomorfológicos e de uso e ocupação do solo, abordando os aspectos da impermeabilização, cobertura vegetal, erosão e descarte de resíduos.

Para a localização, representação e detalhamento da área de estudo foram utilizados procedimentos de geoprocessamento, através do *software* Qgis versão 3.16 e no uso de imagens do *Google Earth*, considerando o sistema de projeção de coordenadas *Universal Transversal de Mercator* (UTM) e o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), com a base de dados cartográficos coletados no portal de Mapas do IBGE e na SEMPLAN.

Quanto a qualificação dos aspectos trabalhados nesta análise, foi utilizado o método PEIR (Pressão, Estado, Impacto e Resposta), que:

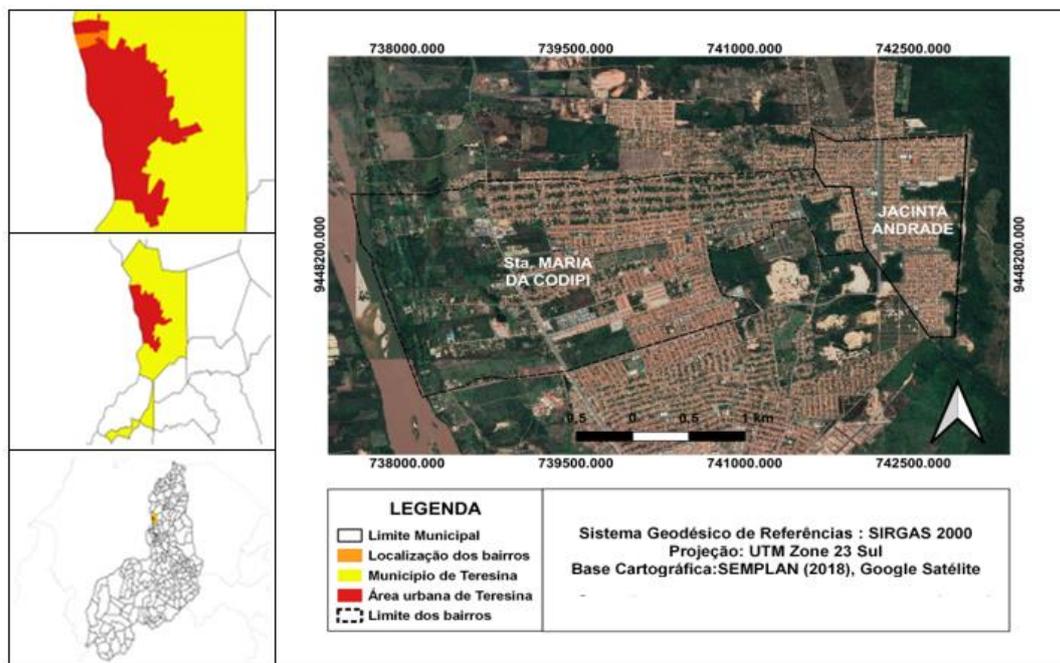
está relacionado a uma rede de casualidade em que se acredita que as atividades humanas originam pressão sobre o meio ambiente (indicadores de pressão), que por sua vez interferem no meio, alterando a qualidade e a quantidade dos recursos naturais (indicadores de estado), causando uma mudança no comportamento natural do ambiente (indicadores de impactos), devido a isto, produz uma resposta que tende a minimizar ou anular esta pressão (indicadores de resposta). (MANTEIGA, 2000; VAZ, SILVEIRA, 2014, citado por Fraga *et al.*, 2020 (p. 02).

Este método foi desenvolvido pela OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento em 1993 para o estudo de indicadores ambientais e complementado, em 2007, pelo PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, que apresentou a melhor adequação a proposta deste estudo, pois permite, com a coleta de dados, qualificar o indicador.

O objetivo da análise é apresentar as características ocupacionais do solo nos dois bairros como indicador de Qualidade Ambiental, qualificando-os, para que no atendimento as necessidades de melhorias estruturais, na qual há uma carência na região, possa servir de estudos iniciais para a readequação ou adequação do uso e ocupação deste, através de dados levantados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo é representada por dois bairros, a saber: Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade, no município de Teresina/PI (Figura 01). A área pertence a regional administrativa Centro-Norte, que compreende 40 bairros, que representam 32.5% do total da cidade de Teresina, em uma área territorial correspondente a 71.51 km<sup>2</sup>, equivalente a 29.8% da área urbana, com uma população de 228.906 pessoas, 29.8% da população urbana; e densidade demográfica de 3.201 hab./km<sup>2</sup> conforme SAAD/NORTE (SEMPPLAN, 2018b).



**Figura 1:** Mapa de localização da área de estudo. Bairros Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade em Teresina/PI  
**Fonte:** IBGE, 2020; Organizado pelos autores, 2022.

O bairro Santa Maria da Codipi foi criado por meio da Lei nº 4.423, de 16 de julho de 2013. A área da região pertencia anteriormente a uma parcela do bairro Cidade Industrial (SAAD/NORTE –

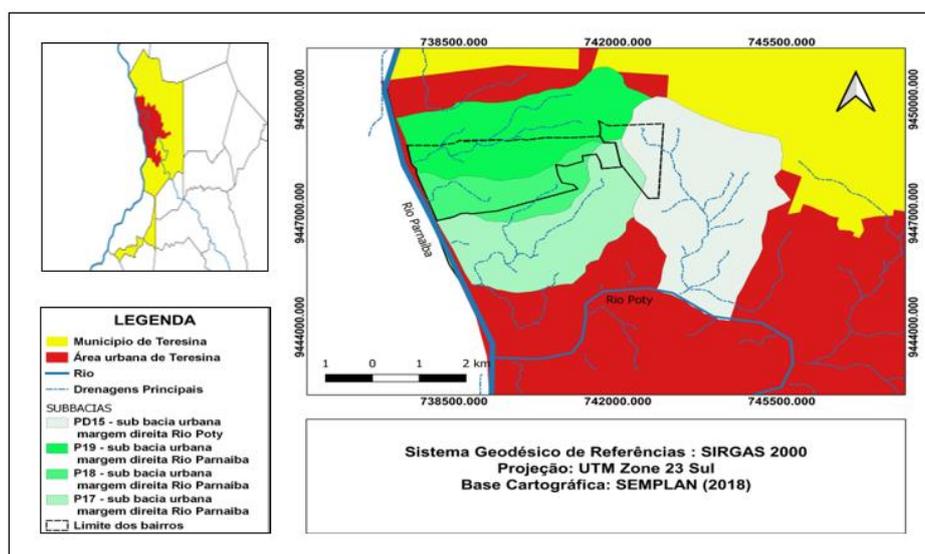
SEMPLAN, 2018b) e possui área de 6.24 km<sup>2</sup>. Teve seu crescimento populacional a partir da década de 1980, de origem do povoado Santa Maria introduzida como área urbana em 1997, devido a área servir de assentamento a população que vivia nas áreas alagadas da cidade, e como consequência a migração populacional ampliou a sua urbanização.

O bairro Jacinta Andrade, também criado pela lei nº 4.423, de 16 de julho de 2013, originou-se da implantação do Conjunto Residencial Jacinta Andrade, com 4.300 unidades habitacionais numa área de 1,72 km<sup>2</sup>, realizado pela Agência de Desenvolvimento Habitacional – ADH, financiado pelo Governo Federal, com a finalidade de diminuir o déficit habitacional.

De acordo com Lima (2016), o Bairro Santa Maria da Codipi está localizado, segundo seu relevo, em planície e terraços fluviais com até 70 m de altitude, sobre a formação geológica Piauí e em superfícies intensamente retrabalhada pela drenagem com morros residuais com 70 m e 130 m de altitude sobre a formação Pedra de Fogo. Os solos na maior parte dessa área são Latossolos e em menor proporção Argissolos, particularmente nas áreas que apresentam maior declividade.

O bairro Jacinta Andrade localiza-se quase que predominantemente em área de morros com tendência ao arredondamento limitado por relevo escalonado entre 130 e 170 m de altitude, predominando solos Argissolos nas encostas mais inclinadas e Latossolos nas áreas de relevo suave ondulado.

Estes bairros estão inseridos nas sub-bacias urbanas, do rio Poty e rio Parnaíba, sendo este último o rio principal da bacia hidrográfica de mesmo nome, conforme apresenta o mapa da figura 02.



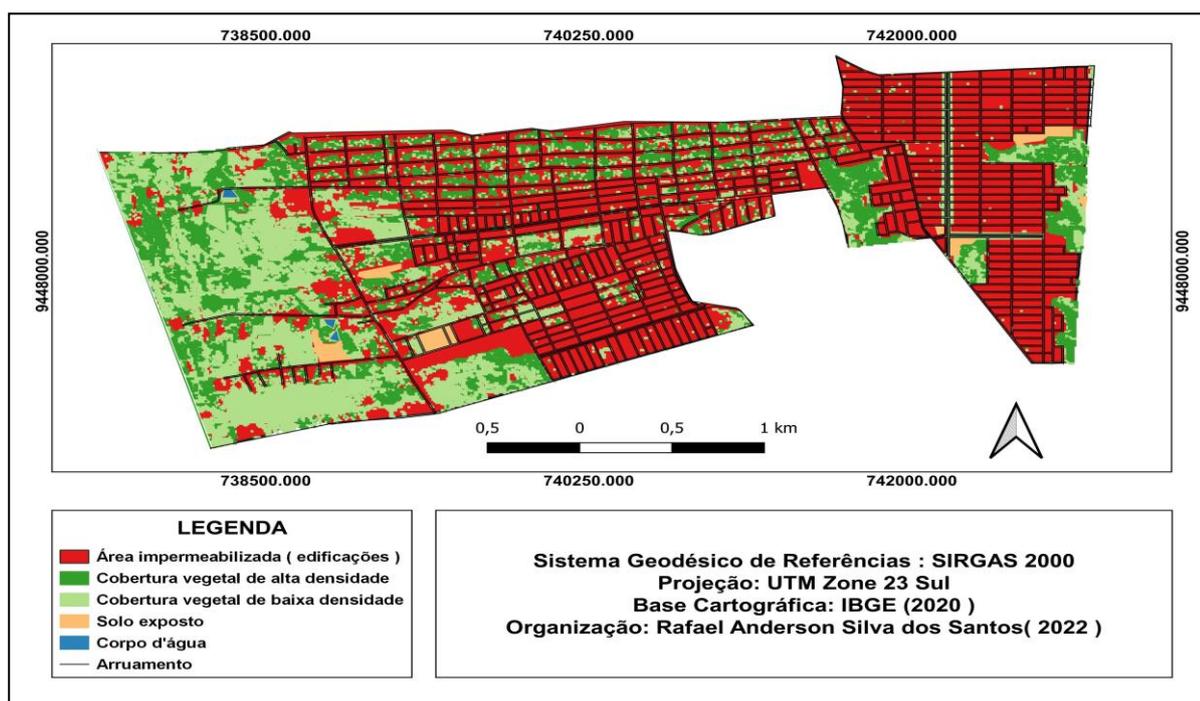
**Figura 2:** Mapa de localização dos bairros Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade nas sub bacias Hidrográficas dos Rios Parnaíba e Poti.

**Fonte:** SEMPLAM, 2018d; Organizado pelos autores, 2022.

A **Sub-bacia PD 15** da bacia hidrográfica do Rio Poti, dada a sua extensão longitudinal, localiza-se em uma região de gradiente topográfico suave, com cotas que variam dos 145 m, junto à cabeceira, aos 52 m, na foz; a **Sub-bacia P 17** da bacia hidrográfica do Rio Parnaíba é urbanizada na região das maiores cotas, onde o perigo de alagamento durante as enchentes do Parnaíba é menor.

Na curva hipsométrica, observa-se que as cotas descem de quase 135 m até 80 m de forma praticamente linear e, depois dos 60 m, o relevo se apresenta como uma região quase horizontal, onde as cotas se mantêm em níveis baixos; na **Sub-bacia P 18** a urbanização acontece a montante da Rua João Izidoro França, que se localiza na região em que as cotas começam a elevar-se. Este comportamento mostra que a partir da cota 80 m o relevo da bacia é mais acentuado e na **Sub-bacia P 19**, semelhante à **sub-bacia P 18**, a urbanização acontece a montante da Rua João Izidoro França que se localiza na região em que as cotas começam a elevar-se.

No mapa de uso e ocupação do solo (figura 03), indica a distribuição da classificação do solo quanto à impermeabilização, cobertura vegetal, solo exposto. A análise é de uma imagem datada em 07/10/2020 que apresenta as melhores condições de análise para o resultado do estudo.



**Figura 03:** Mapa de uso e ocupação do solo dos bairros Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade em Teresina/PI.  
**Fonte:** SEMPLAN, 2018. Organizado pelos autores, 2022.

Ao considerar a área de impermeabilização, resultante da área total menos a área de cobertura vegetal, solo exposto e corpos d'água tem-se as seguintes informações (tabela 01):

**Tabela 01:** Dimensão da área de impermeabilização dos bairros Maria da Codipi e Jacinta Andrade em Teresina/PI.

Área total (km <sup>2</sup> )	Área de densa cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )	Área de baixa cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )	Área de solo exposto (km <sup>2</sup> )	Área de corpo d'água (km <sup>2</sup> )	Área impermeabilizada (km <sup>2</sup> )
<b>7,96</b>	1,49	0,99	0,09	0,008	5,38

Fonte: Autores (2021). Organização: Autores (2022).

Diante destes dados, percebe-se que o solo nas áreas urbanas, como integrante da paisagem, apresenta uma variabilidade no aspecto visual e que influência diretamente nas suas funções, enquanto elemento integrante no meio ambiente.

Ao abordar o aspecto da impermeabilização, verificou-se na área de estudo uma representatividade de 67.6% da área total, o que diminui o potencial de infiltração e armazenamento das águas pluviais e aumenta o potencial de escoamento superficial, e dependendo da intensidade de precipitação gera impactos no sistema de drenagem.

Ao relacionar a área impermeabilizada dos bairros as suas influências nas sub-bacias de referência, observa-se que o risco de alagamento nas áreas mais baixas da sub-bacia, além do indicado pelo coeficiente de compacidade, é agravado nas sub-bacias P15, P17 e P19 pela área de escoamento superficial, como mostra a tabela 02.

**Tabela 02:** Áreas das Sub-bacias com a contribuição dos bairros Santa Maria da Codipi e Jacinta Andrade em Teresina/PI.

Sub-bacia	Área da sub-bacia (km <sup>2</sup> )	Coefficiente de compacidade (Kc)	Área da sub-bacia na Sta. M <sup>a</sup> Codipi (km <sup>2</sup> )	% de contribuição	Área da sub-bacia no Jacinta Andrade (km <sup>2</sup> )	% de contribuição
<b>P15</b>	13.2	1.24	-	-	1.14	8,6
<b>P17</b>	8.12	1.38	0.301	3.7	0.32	3,9
<b>P18</b>	4.07	1.49	2.89	71.0	-	-
<b>P19</b>	9.06	1.29	3.05	33.7	0.21	2,3

Fonte: Autores (2021). Organização: Autores (2022).

O Coeficiente de Compacidade (Kc) é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de mesma área que a bacia e indica que quanto menor o índice, maior é a propensão de enchentes, conforme apresentado no quadro 01.

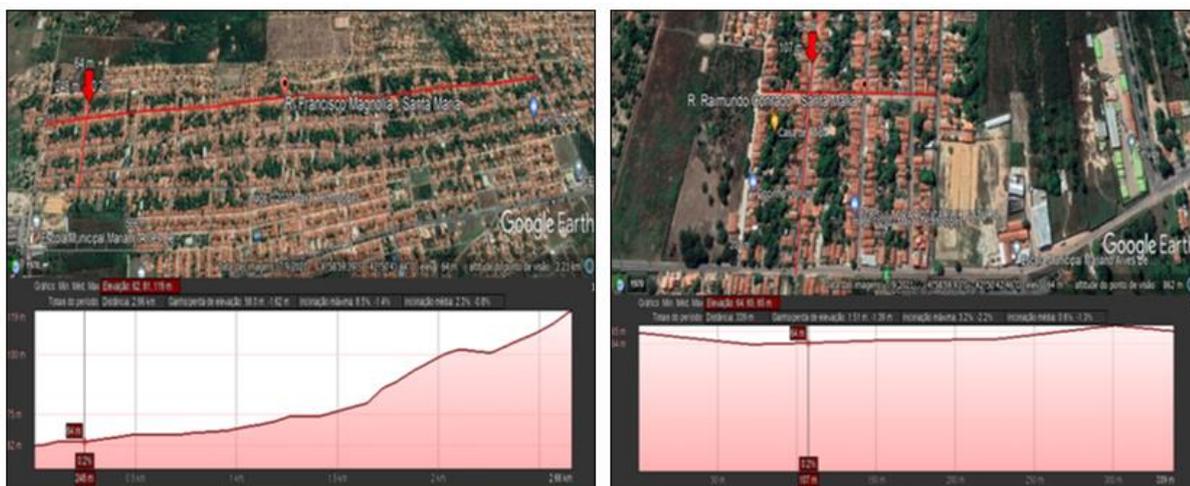
**Quadro 01:** Índice de Coeficiente de Compacidade.

Kc - Coeficiente	Tendência a enchentes
<b>1.00 – 1.25</b>	- bacia com alta propensão a grandes enchentes;
<b>1.25 – 1.50</b>	- bacia com tendência mediana a grandes enchentes;
<b>&gt; 1.50</b>	- bacia não sujeita a grandes enchentes.

Fonte: Caracterização de Bacias Hidrográficas / ELL-USP. Organizado pelos autores, 2022.

A combinação relevo e impermeabilização podem potencializar alagamentos no período chuvoso nas áreas mais baixas e gerar transtornos à população e possibilita o transporte de patógenos que favorecem a vetorização de doenças.

No bairro Santa Maria da Codipi, a influência da área impermeabilizada numa sub-bacia é mais expressiva do que no bairro Jacinta Andrade, devido à sua topografia, conforme perfis de elevação das figuras 04 e 05:



**Figura 04:** Perfil de elevação do Bairro Santa Maria da Codipi, tendo como referência a rua Francisco Magnólia com a rua Raimundo Conrado, na sub-bacia P19, que corresponde a 33.7% da área.

**Fonte:** Google Earth 4°58'59.49"S / 42°50'42.56"O. Organizado pelos autores, 2022.

No aspecto da cobertura vegetal, o solo como suporte favorece a arborização, regula a temperatura do ar, facilita a infiltração da água no solo, serve de refúgio para espécies de animais, o que contribuem para a manutenção do equilíbrio do ambiente, além de potenciais espaços de lazer para o bem estar da população. A partir do mapeamento da ocupação do solo nos bairros em análise a cobertura vegetal está distribuída conforme a tabela 04.



**Figura 05:** Perfil de elevação do Bairro Jacinta Andrade. Ponto de referência rua Gov. Antônio da Costa Araújo com rua Engº Agrônomo Chicão, na sub-bacia PD 15.

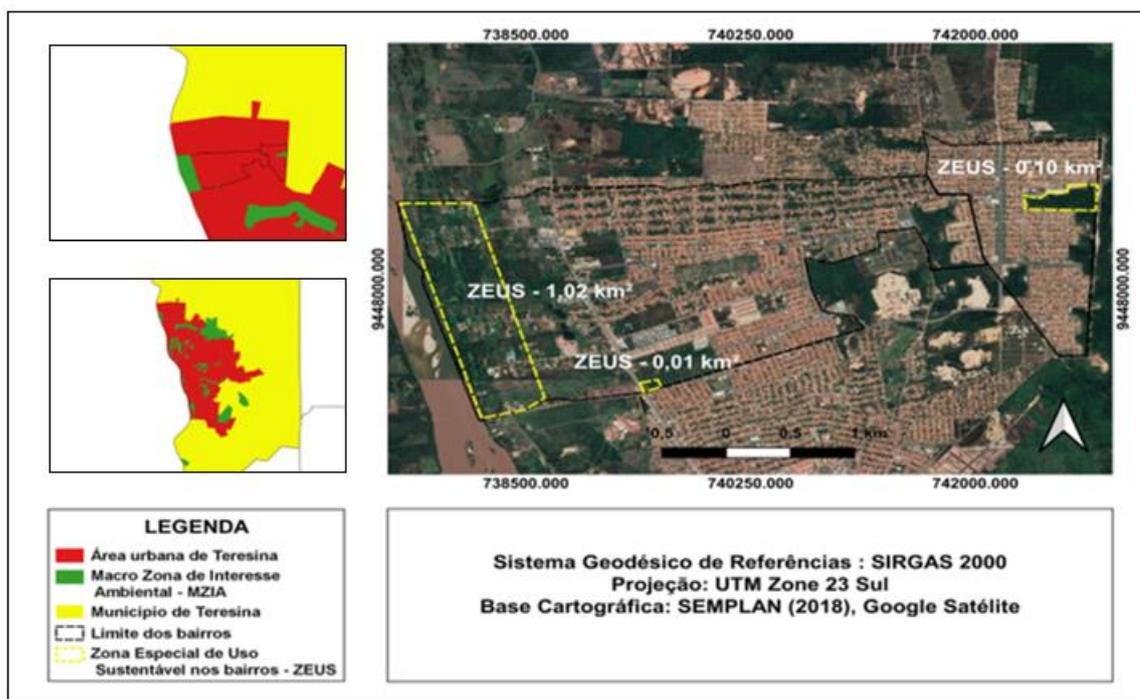
**Fonte:** Google Earth 4°58'52.15"S / 42°48'50.99"O. Organizado pelos autores, 2022.

**Tabela 04:** Áreas de densa e baixa cobertura vegetal na área em estudo.

Área total da cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )	Sta. M <sup>a</sup> da Codipi		Jacinta Andrade	
	Área de densa cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )	Área de baixa cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )	Área de densa cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )	Área de baixa cobertura vegetal (km <sup>2</sup> )
2.48	1.3	0.94	0.19	0.05

Fonte: Autores, 2022. Organizado pelos autores, 2022.

O bairro Santa Maria apresenta 35.9% de cobertura vegetal em sua área, ou 2.24 km<sup>2</sup>, dos quais 1.03 km<sup>2</sup> correspondem a Macrozona de Interesse Ambiental (MZIA) para uso sustentável ou Zona Especial de Uso Sustentável (ZEUS) definida pela lei 5.481 de 20/12/2019. No bairro Jacinta Andrade a cobertura vegetal corresponde a apenas a 14%, ou 0.24 km<sup>2</sup>, dos quais 0.10 km<sup>2</sup> corresponde a Macrozona de Interesse Ambiental (MZIA) para uso sustentável ou Zona Especial de Uso Sustentável (ZEUS), definida pela lei 5.481 de vinte de dezembro de dois mil e dezenove (Figura 06).



**Figura 06:** Mapa de localização das Zonas Especiais de Uso Sustentável – ZEUS nos Bairros Santa Maria da Codipi Andrade em Teresina/PI.

Fonte: SEMPLAN, 2018d. Organizado pelos autores, 2022.

A MZIA são áreas suscetíveis a alagamentos e inundações propícias para investimentos em infraestrutura de drenagem que objetivam adequar o uso e ocupação do solo às limitações ambientais evitando risco de possíveis ocupações além de preservar as margens dos ris Parnaíba e Poty. São divididas em zonas de interesses específicos como a ;e ZEUS que objetiva valorizar o ambiente natural em - Áreas com declividade acentuada; Áreas verdes urbanas estruturadas espaços públicos ou privados, com predomínio de vegetação - nativa, natural ou recuperada - e Áreas de manejo

DOI: 10.5281/zenodo.12676406

sustentável áreas cuja localização e/ou característica ambiental apresentam relevante importância para o sistema de drenagem, de forma que não interfira no ecossistema original, com a manutenção comprovada da fauna e flora local, as quais precisam ser mantidas.

Verifica-se que o processo de urbanização provocou forte retirada da cobertura vegetal conforme imagens em linha do tempo da figura 07.



**Figura 07:** Evolução do processo de urbanização e retirada da cobertura vegetal.  
**Fonte:** Google Earth / SEMPLAN, 2018d. Organizado pelos autores, 2022.

Ao comparar as imagens dos dois bairros, num recorte temporal, verifica-se que, em relação ao bairro Jacinta Andrade, o processo de urbanização e, conseqüentemente, de retirada da cobertura vegetal foi mais intenso que no bairro Santa Maria da Codipi. Este aspecto contribui com vários impactos, que deixa o equilíbrio da relação sociedade e natureza mais distante.

Outro aspecto abordado e evidenciado é o do descarte de resíduos lançado ao solo sem a destinação correta, o que contribui com a sua contaminação, vetorização de doenças, entupimento de redes de drenagem, além da poluição dos ecossistemas aquáticos, dentre outros.

É importante destacar que alguns terrenos são utilizados para descarte de resíduos sem o devido tratamento. Para a região existem quatro Pontos de Recolhimento de Resíduos (PRR) que necessitam de ampla conscientização da população para seu devido uso. No bairro Jacinta Andrade constata-se

áreas com descarte irregular de resíduos o que reforça a necessidade de ações de educação Ambiental, como mostra a figura 08.



Figura 08: Área com descarte irregular de resíduo entre as ruas Francinara Pires e Barbeiro Felinto Lima, bairro Jacinta Andrade.

Fonte: Google Earth. 4°59'30.92"S / 42°48' 39.26"O. Organizado pelos autores, 2022.

A falta de coleta de esgoto domiciliar é outro grande problema gerador de impactos ambientais. De acordo com a SEMPLAN (2018a), os dois bairros são totalmente desprovidos de rede de esgoto figura 09.

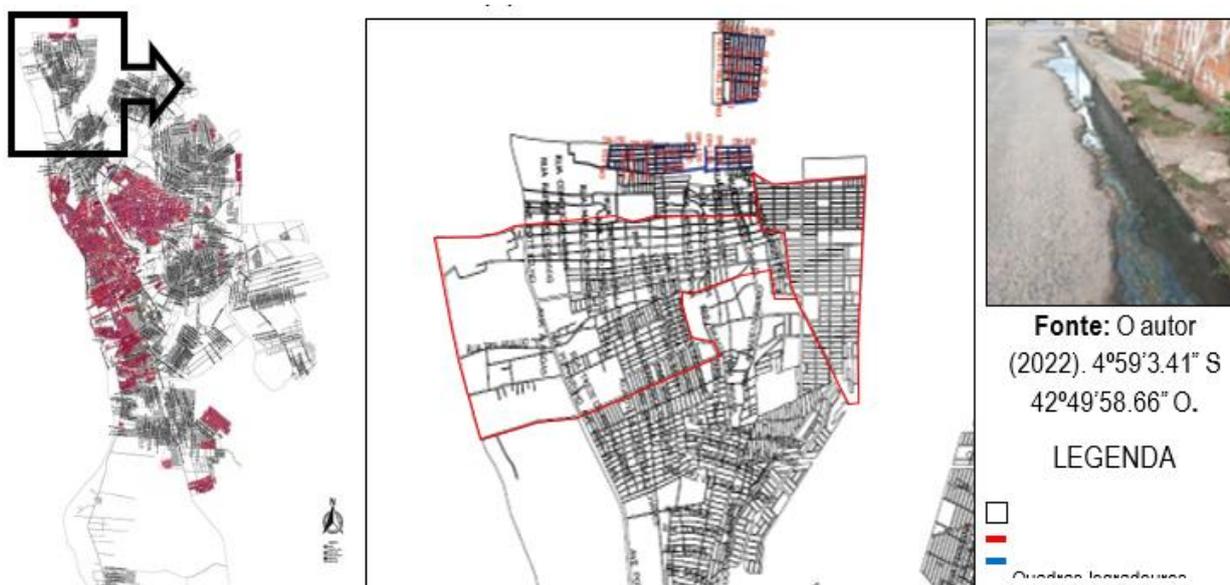


Figura 09: Rede de coleta de esgoto de Teresina/PI. À esquerda, imagem de sarjeta no bairro Santa Maria da Codipi, com acúmulo de efluentes domésticos.

Fonte: SEMPLAN (2018a). Adaptado pelos autores, 2022.

A inexistência de rede de esgoto domiciliar indica o uso de fossas sépticas que têm como consequência a contaminação do lençol freático e o lançamento superficial dos efluentes domésticos, que além de serem vetores de doenças, todos estes efluentes têm como destino final os rios Poti e Parnaíba, que já recebem uma carga de poluição elevada desde a montante na área urbana de Teresina.

O último aspecto aqui abordado é o da erosão. O solo totalmente desprovido de vegetação tende a ser desgastado e transportado pelo escoamento superficial, como o representado pela figura 10.



**Figura 10:** Área com solo exposto no bairro Jacinta Andrade.  
**Fonte:** Google Earth 4°59'18.68"S / 42°48'55.60"O. Organizado pelos autores.

Nas cidades, o avanço da urbanização, como tem sido apresentado até aqui, é o principal agente modificador das características superficiais do solo e os aspectos abordados neste estudo tende a contribuir para a intensidade da erosão.

Da área total em análise, 0,09 km<sup>2</sup> correspondem ao solo exposto, ou 1,13%, valor que pode ser considerado satisfatório quanto à representatividade da degradação. No entanto, associado aos outros aspectos e não havendo medidas preventivas, das dispostas em leis aqui destacadas, podem acelerar a ocorrência de grandes impactos socioambientais.

Como resultado deste estudo, adotou-se uma qualificação, com base na quantificação dos aspectos analisados, atribuindo valores de 0 ou 1, tomando como referência dados superiores ou inferiores a 50%, com equivalência de não satisfatório ou satisfatório, respectivamente, obedecendo aos indicadores qualitativos do método PEIR (tabelas 05 e 06), como também classificação simples quanto aos intervalos propostos na tabela 07.

**Tabela 05:** Aspectos do solo do bairro Jacinta Andrade, em Teresina/PI.

Utilização do método PEIR para valoração dos aspectos analisados no solo - Jacinta Andrade						
Aspectos do solo	% da Área total	Índice pressão	Índice estado	Índice impacto	Índice resposta	Media
Impermeabilização	83%	0(>50%)	0(>50%)	0(>50%)	0	0.00
Cobertura vegetal	14%	0(<50%)	0(<50%)	0(>50%)	0	0.00
Descarte de resíduos	0%	0(>50%)	0(>50%)	0(>50%)	0	0.00
Solo exposto	3%	1(<50%)	1(<50%)	1(<50%)	0	0.75
<b>Total</b>						0.19

Fonte: Autores (2022). Organização: Autores (2022).

**Tabela 06:** Aspectos do solo do bairro Maria da Codipi, em Teresina/PI.

Utilização do método PEIR para valoração dos aspectos analisados no solo - Santa Maria da Codipi						
Aspectos do solo	% da Área total	Índice pressão	Índice estado	Índice impacto	Índice resposta	Media
Impermeabilização	63%	0(>50%)	0(>50%)	0(>50%)	0	0.00
Cobertura vegetal	36%	0(<50%)	0(<50%)	0(>50%)	0	0.00
Descarte de resíduos	0%	0(>50%)	0(>50%)	0(>50%)	0	0.00
Solo exposto	1%	1(<50%)	1(<50%)	1(<50%)	0	0.75
<b>Total</b>						0.19

Fonte: Autores (2022). Organização: Autores (2022).

**Tabela 07:** Índice de classificação do solo.

Índice	Classificação
<b>0 – 0.25</b>	Ruim
<b>0.26 – 0.50</b>	Regular
<b>0.51 – 0.75</b>	Satisfatório
<b>0.76 – 1.00</b>	Ótimo

Fonte: Fraga *et al.*, 2014. Organizado pelos autores, 2022.

Quanto aos aspectos quantificados foram constatadas as seguintes informações, a saber: As áreas de impermeabilização e solo exposto têm atribuições proporcionais às áreas correspondentes, exceto no índice estado. A área de cobertura vegetal tem atribuição inversamente proporcional a suas respectivas áreas, nos índices de pressão e impacto; As áreas de descarte de resíduos também apresentam índices inversamente proporcionais, considerando, para esta análise, rede de tratamento de esgoto.

Diante dos aspectos quantificados e a partir das atribuições especificadas pôde-se obter a classificação do solo nos dois bairros como Ruim, indicando a necessidade de ações que se reflitam positivamente, e mais breves possíveis, no índice de resposta, que do ponto de vista desta análise, deve ser constantemente problematizado e buscado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerou-se a escolha da abordagem do solo urbano por estar diretamente associado à dinâmica espacial e necessidades estruturais dos bairros analisados, tendo em vista que o excesso de sua descaracterização, associado à falta de um planejamento urbano mais abrangente nas questões ambientais, influenciam diretamente na condição socioambiental.

Através dos dados levantados e da metodologia aplicada, conclui-se, pelo índice de classificação atribuída, que o solo nos dois bairros se apresenta com índice “Ruim” na composição da Qualidade Ambiental. Como elemento integrado ao meio ambiente e pelas funções que exerce, considera-se como fator agravante nos demais índices de Qualidade Ambiental. Nessa condição, suas funções tornam-se insuficiente na manutenção do equilíbrio ambiental e na qualidade de vida.

Ao considerar a classificação dos impactos na descaracterização do solo dos dois bairros, entende-se que a manutenção do equilíbrio esperado necessitará de ações que demandarão de intensas investidas de programas de Educação Ambiental, no caso do descarte irregular de resíduos, até grande aporte financeiro que mitiguem as consequências da impermeabilização.

Medidas mais simples podem ser apontadas como melhoria deste indicador quando se aborda a redução da cobertura vegetal, como a utilização das calçadas e quintais para o plantio de árvores, conforme as normas municipais. Vale aqui ressaltar, a necessidade de um aprofundamento neste campo de estudo para melhores e mais precisos resultados, como também uma extensão da análise para as demais áreas da cidade.

## REFERÊNCIAS

ADH. **Agência de Desenvolvimento Habitacional do Estado do Piauí**. Governo entrega duas escolas no Jacinta Andrade da matéria, 2019. Disponível em: <http://www.adh.pi.gov.br/noticia.php?id=214>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 5 de outubro de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm)). Acesso em: 06 out. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.795/99, de 27 de Abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília, 27 de Abril de 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm). Acesso em: 10 fev. 2021.

BRASIL. Lei 6.938/81, de 02 de Setembro de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília, 02 de Setembro de 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm). Acesso em: 10 fev. 2021.

BRASIL. Lei 10.257, de 10 de Julho de 2001. **Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Brasília, 10 de julho de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 06 out. 2021.

DIAS, F. A.; GOMES, L. A.; ALKMIM, J. K. de. Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana da Bacia do Ribeirão do Lipa Através de Indicadores, Cuiabá/MT. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 127-147, 2011.

FRAGA, M. S. L. H. *et al.* Índice de qualidade ambiental dos solos no município de Nazaré da Mata – PE, com ênfase no beneficiamento da cana-de-açúcar. In: CONEDU, 7., 2020. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CONEDU, 2020.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. Reflexões sobre a qualidade ambiental urbana. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 1, n.1, p. 21-30, 2004.

GOOGLE. **Google Earth website.** Disponível em: <http://earth.google.com>. Acesso em: 21 fev. 2021.

LIMA, I. M. M. F. Teresina: o relevo, os rios e a cidade. **Revista Equador**, v. 5, p. 375-397, 2016.

LIMA, J. O. Índice de Qualidade Ambiental para o Município de Morrinhos. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA. 10., 2007, Catalão. **Anais...** Catalão: EREGEO, 2007. p. 1-15.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Alterações na Cobertura do Solo em Teresina, Piauí, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 33, p. 1-14, 2021.

LIMA, S. T. Nas Trilhas da qualidade: algumas ideias, visões e conceitos sobre qualidade ambiental e de vida. **Geosul**, Florianópolis, v. 20, p. 07-26, 2005.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano:** um estudo de Ecologia e Planejamento da Paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2. ed. Curitiba: edição do autor, 2008. 150p.

NUCCI, J. C. *et al.* Uso da terra e qualidade ambiental urbana: uma proposta de legenda para mapeamento. **GEOgraphia**, Niterói, v. 21, p. 73-90, 2019.

NUNES, H. K. B.; AQUINO, C. M. S. Vulnerabilidade socioambiental de setores censitários às margens do rio Poti, Teresina-Piauí-Brasil. **GEOTEXTOS**, v. 16, p. 181-207, 2020.

PEDRO, L. C. Geomorfologia urbana: impactos no ambiente urbano decorrente da forma de apropriação, ocupação do relevo. **Geografia em Questão**, v. 04, p. 153-172, 2011.

PEDRON, F. A. *et al.* Solos urbanos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.05, p. 1647-1653, 2004.

SEMPPLAN. **Mapas de Teresina.** Teresina, 2018. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SEMPPLAN. **Teresina em bairros.** SAAD/NORTE. Teresina, 2018. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/sdu-centronorte>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SEMPPLAN. **Teresina Geo.** Equipamentos. Teresina, 2018. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SEMPPLAN. **Teresina Geo.** Infraestrutura. Teresina, 2018. Disponível em:  
<https://semplan.pmt.pi.gov.br>. Acesso em: 01 nov. 2021.