

**UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**ANÁLISE DA
IMPERMEABILIZAÇÃO DO
SOLO NA ÁREA DA
PENÍNSULA D' PONTA DA
AREIA- SÃO LUÍS/MA**

**Walefe Lopes da Cruz
Renata Maria Sousa Castro
Gabriel Irvine Ferreira Alves
dos Santos
Ediléa Dutra Pereira**

Citação: CRUZ, W. L.; CASTRO,
R. M. S.; SANTOS, G. I. F. A.;
PEREIRA, E. D. ANÁLISE DA
IMPERMEABILIZAÇÃO DO
SOLO NA ÁREA DA
PENÍNSULA D' PONTA DA
AREIA- SÃO LUÍS/MA. **Revista
GeoUECE (Online)**, v. 08, n. 14,
p. 388-400, jan./jun. 2019. ISSN
2317-028X.



**ANÁLISE DA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO NA ÁREA DA
PENÍNSULA D' PONTA DA AREIA- SÃO LUÍS/MA**

**ANALYSIS OF IMMUNIABILIZATION OF SOIL IN THE AREA OF
PENINSULA D 'PONTA DA SAND - SAINT LOUIS / MA**

**ANALISIS DE LA IMPERMIABILIZATION DE SOIL EN LA ZONA DE
LA PENINSULA D' PUNTA DA ARENA- SAINT LOUIS /MA**

Walefe Lopes da CRUZ ¹

Renata Maria Sousa CASTRO ²

Gabriel Irvine Ferreira Alves dos SANTOS ³

Ediléa Dutra PEREIRA ⁴

¹ Graduado em Geografia da Federal do Maranhão, e-mail: walefe.lopecruz@gmail.com

² Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão, e-mail: renata-maria-castro@hotmail.com

³ Graduado em Geografia da Federal do Maranhão, e-mail: gabrielirvine@hotmail.com.

⁴ Prof^a. Dr^a. da Universidade Federal do Maranhão, e-mail: edileap@gmail.com.

RESUMO

A região da Ponta D'areia, localiza-se na cidade de São Luís, e possui um grande percentual de área urbanizada, principalmente por possuir ao decorrer das décadas uma grande especulação imobiliária, acarretando assim uma alta densidade populacional no local, além da instalação de edifícios de alto padrão, ocasionando a impermeabilização do solo. O processo de impermeabilização do solo ocasiona o aumento do escoamento superficial das águas pluviais, a ocupação e impermeabilização dessas áreas, ocasionadas pela ocupação de grandes edifícios e aplicação de asfalto sem áreas verdes, é uma das principais causas de alagamento em grandes centros urbanos, esse processo ocorre devido à alta impermeabilização do solo. O presente trabalho teve como objetivo analisar a impermeabilização na área do bairro península da Ponta D'areia através de ambiente Sistema de Informação Geográficas-SIG, demonstrando a correlação temporal da ocupação urbana da península no decorrer dos anos através de imagens dos anos (1967, 1988 e 2014) correlacionando com a classificação do uso do solo através da categorização (solo permeável e solo impermeável), possibilitando assim uma análise mais coesa das consequências na impermeabilização do solo. Dentre os resultados obtidos destacam-se no ano de 1967 que o solo possuía uma permeabilidade de 98,7 %, enquanto no ano de 1988 essa porcentagem caiu para 70,62%, e posteriormente no ano de 2014 passou para menos da metade possuindo um percentual de 43,17. Demonstrando que a impermeabilização do solo se faz muito presente na área de estudo.

Palavras-chave: Escoamento superficial. Impermeabilização do solo. Centros urbanos.

ABSTRACT

The Ponta d'Areia region, is located in the city of São Luís, having a large percentage of urbanized area, especially because over the decades has a large real estate speculation, thus causing a high population density in the place, besides the installation of upscale buildings, leading to soil sealing. The process of soil sealing causes the increase of



surface runoff of rainwater, the occupation and sealing of these areas, especially by the occupation of large buildings and asphalt application without destination of green areas, is one of the main causes of flooding in large urban centers. , this process occurs due to the high waterproofing of the soil. The present work has as objective to analyze the waterproofing in the area of the peninsula neighborhood of Ponta d'Areia through GIS-Geographic Information System environment, demonstrating the temporal correlation of the urban occupation of the peninsula over the years through images of the years (1967, 1988 and 2014) correlating with land use classification through categorization (permeable soil and impermeable soil), thus enabling a more cohesive analysis of the consequences on soil sealing. Among the results obtained, we highlight in 1967 that the soil had a permeability of 98.7%, while in 1988 this percentage dropped to 70.62%, and later in 2014 it went to less than half having a percentage of 43.17%. Demonstrating that soil sealing is very present in the study area.

Key-words: Surface runoff. Waterproofing of soil. Urban centers.

RESUMEN

La región de Ponta d'Areia, se encuentra en la ciudad de São Luís, con un gran porcentaje de área urbanizada, especialmente porque a lo largo de las décadas tiene una gran especulación inmobiliaria, lo que provoca una alta densidad de población en el lugar, además de la instalación de edificios de lujo, que conducen al sellado del suelo. El proceso de sellado del suelo provoca el aumento de la escorrentía superficial del agua de lluvia, la ocupación y sellado de estas áreas, especialmente la ocupación de grandes edificios y la aplicación de asfalto sin destino de áreas verdes, es una de las principales causas de inundaciones en grandes centros urbanos. este proceso ocurre debido a la alta impermeabilización del suelo. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la impermeabilización en el área de la península vecina de Ponta d'Areia a través del entorno del Sistema de Información Geográfica GIS, demostrando la correlación temporal de la ocupación urbana de la península a lo largo de los años a través de imágenes de los años (1967, 1988 y 2014) en correlación con la clasificación del uso del suelo a través de la categorización (suelo permeable y suelo impermeable), lo que permite un análisis más coherente de las consecuencias sobre el sellado del suelo. Entre los resultados obtenidos, destacamos en 1967 que el suelo tenía una permeabilidad del 98.7%, mientras que en 1988 este porcentaje cayó al 70.62%, y más tarde en 2014 fue menos de la mitad teniendo un porcentaje de 43.17%. Demostrando que el sellado del suelo está muy presente en el área de estudio.

Palabras-clave: escorrentza de superfície. Impermeabilización del suelo. Centros urbanos.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento e expansão de grandes centros urbanos acarretam consequências bastante expressivas para o solo, principalmente a impermeabilização. O uso intensivo e não planejado do solo tem provocado vários níveis de degradação ambiental. As consequências desse uso sem prévio estudo ocasiona em sua grande maioria a impermeabilização do solo, esse processo é mais percebido em áreas urbanas já que grande parte dos centros urbanos possui cobertura com matérias artificiais bastante impermeáveis como asfalto e cimento, fazendo com que essas áreas sofram



com constantes alagamentos, já que o processo de infiltração das águas pluviais não acontece havendo assim um aumento no escoamento e posteriormente um acumulam das águas na superfície.

Fontes (2003) afirma que o processo de urbanização acarreta profundas modificações no uso do solo, que por sua vez causam impactos permanentes nas respostas hidrológicas das áreas urbanizadas.

Esse processo de impermeabilização se torna mais visível, sobretudo pelos constantes alagamentos que os centros urbanos sofrem em períodos que tendem a ser mais chuvosos. Grande parte desse problema se dá pelo não uso sustentável do solo em áreas urbanas, além da transformação temporal do solo natural com todas as condições de permeabilidade e infiltração das águas pluvial, para solos impermeáveis que exercem um o fator principal para grandes alagamentos em centros urbanos.

Com a efetivação de grandes centros urbanos, que na sua maioria não possuem condições de solo propicias ao escoamento e permeabilidade, sobretudo pela impermeabilização dessas áreas, um dos grandes centros urbanos do Brasil, quem vem passando por situações de alagamento e impermeabilização do solo, se destaca a Ilha do Maranhão, possuindo um quantitativo bastante significativo populacional e de moradia que interferem na ocupação desse solo, já que grande parte da cidade foi construída de forma desordenada sem prévio estudo.

Segundo Pereira (2006, p.1), a Ilha do Maranhão apresenta uma área de 831,7 km² e uma população de 1.011.943 habitantes (IBGE, 2010) apresenta uma densidade populacional de 1.217 hab./km² sendo considerada uma ilha populosa.

Dentre os bairros que compõem a cidade de São Luís, o bairro da Ponta d' Areia é constituído por importantes áreas de Preservação Ambiental com a presença Parque Ecológico da Lagoa da Jansen, Manguezais, Dunas e Restingas. Esse bairro ao decorrer de anos passou por um longo processo de impermeabilização ocasionado pelas ocupações desordenadas, além de possuir uma área habitacional de grande poder aquisitivo denominada de península d' Ponta d'Areia. Dentre os aspectos abordados percebe-se a importância de estudos que posam contribuir de forma significativa para um maior entendimento do uso do solo e as consequências da impermeabilização do bairro da Ponta d'



Areia, para que se tenha o estabelecimento de políticas públicas que posam amenizar problemas constantes de alagamentos.

2. MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa teve como base científica para o seu desenvolvimento a abordagem teórico-metodológica do método hipotético-dedutivo que visa à descrição do objeto em estudo através da formulação de hipóteses e deduções, conforme Sposito (2004).

Os procedimentos metodológicos para o estudo do problema constaram de levantamento e análise de materiais relacionados com a pesquisa. Sendo este material selecionado de suma importância para o desenvolvimento das fases da pesquisa e para comparação entre os resultados apresentados.

2.1. Levantamento e análise de material bibliográfico

Os procedimentos metodológicos para o estudo do problema constaram de levantamento e análise de materiais relacionados com a pesquisa (livros, dissertações, teses, documentos, relatórios, mapas, imagens de satélite, artigos etc.) nos mais diversos órgãos de pesquisa (CAEMA, SEMA, LABOHIDRO, UFMA, IBGE). Sendo este material selecionado de suma importância para o desenvolvimento das fases da pesquisa e para comparação entre os resultados apresentados.

2.2. Elaboração de material cartográfico

Todo o trabalho foi realizado na plataforma Arcgis especificamente no ArcMap 10.4.1. Começaram com georeferenciamento das fotografias aéreas e imagens de satélites. Ao todo foram georeferenciadas três imagens da área de estudo utilizando a ferramenta *Georeferencing*, o progresso nessa etapa dificultado pelas intensas mudanças sofridas na área, atrapalhando a obtenção pontos de controles necessários para concluir o processo, nos quais resultaram em erro residual da primeira 0,517, segunda de 0,013 e terceira 1,45.

Após todas as imagens processadas anteriormente encontravam-se em WGS84, sendo necessário projetar para SIRGAS2000 conforme a determinação da portaria DNPM nº 76 de 10 de fevereiro de 2015, a qual dispõe sobre a adoção do mesmo. Dessa forma, foi utilizada a ferramenta *Project Raster* presente



dentro do *ArcToolbox*> *Data Manegement Tools*>*Projections and Transformtions*> *Raster*> *Project Raster* para executar o processo de projeção dessas imagens / *rasters*. Em seguida tornou-se necessário acessar o banco de dado do ZEE-MA para obtenção da carta 13reg de 1:10.000 para auxiliar na vetorização, onde a mesma disponibilizando informações importantes como a drenagem, curvas de nível e outras. Infelizmente por problemas de projeção a carta não caiu no local apropriado, sendo necessária a aplicação do processo discorrido no parágrafo anterior. Na qual por sua vez não obteve êxito por problemas no sistema de coordenadas da referida na qual foi utilizada somente como referência na vetorização das drenagens e corpos hídricos.

Após o levantamento cartográfico, o processo de vetorização iniciou-se na imagem Prospec de 1964 da área da ponta d'areia e adjacentes, sendo assinalados os corpos hídricos, áreas impermeáveis e a permeáveis. O processo de vetorização consiste na criação *shapefile* (extensão. *shp*) responsáveis por armazenar os polígonos gerados. Diferentemente dos métodos de classificação de áreas automáticos e supervisionado, a vetorização é importante ferramenta, pois é inteiramente manual minimizando erros gerados pelos processos em imagens antigas. O mesmo processo foi aplicado em uma fotografia aérea de 1988 tirada pela AEROCARTA em levantamento realizada pela Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA) na área enfocada com objetivo de criar material cartográfico demonstrando o processo de ocupação, destacando as áreas urbanizadas.

O processo de vetorização avançou para imagens de 2014 (Ortofoto 2014). O resultado obtido através do uso do sensoriamento remoto aliado ao Sistema de Informação Geográfica demonstrou-se incrível, o nível de detalhamento das imagens propiciou a discriminação de todos os elementos que compõem a paisagem urbana. A partir da vetorização das imagens de 1967, 1988 e 2014, elaborou-se três mapas de áreas impermeáveis e permeáveis, para uma maior compreensão da dinâmica temporal de impermeabilização da área da península da ponta da areia.

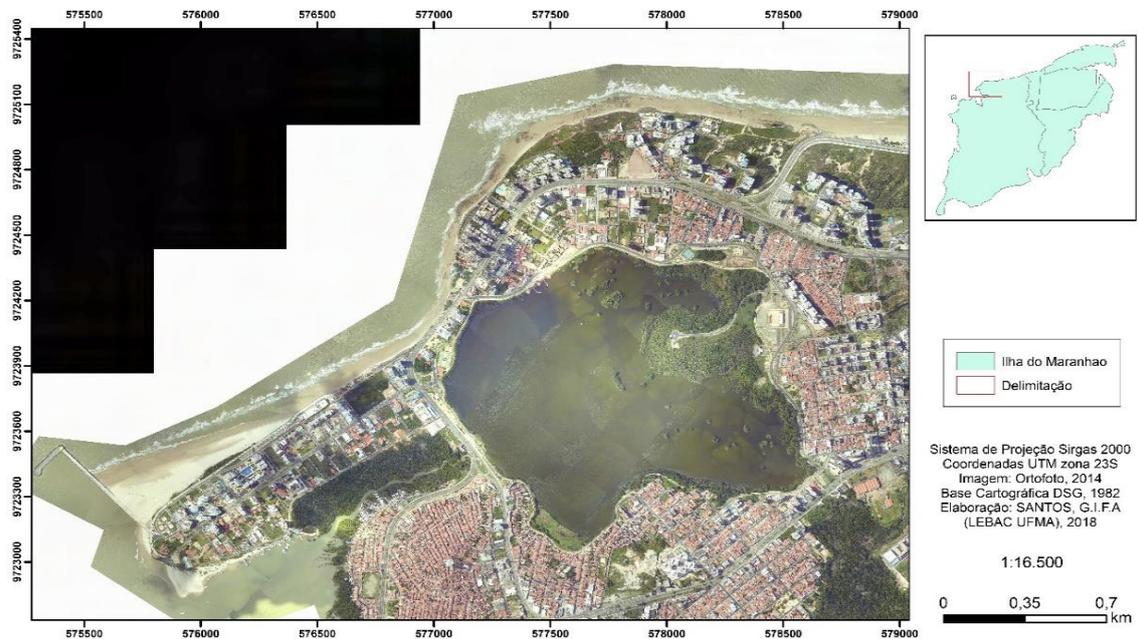
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo está localizada entre as coordenadas UTM 23M 575783.52 m E / 9723153.18 m S e 577712.58 m E / 9724799.75 m S (Figura 1).



Encontra-se na porção noroeste da Ilha do Maranhão, mais precisamente no bairro Ponta d' Areia é constituída por importantes áreas de Preservação.

Figura 1 – Mapa de Localização da Área da Península da Ponta D' Areia– São Luís - Ma.



Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Segundo Santos (2013), a região da Ponta D'areia, nas décadas de 1950 e 1960, era formada por colônias de pescadores que utilizavam suas embarcações para o transporte de pessoas que pretendiam se deslocar do centro da cidade para a praia. Possuía uma exuberante vegetação (arbórea e arbustiva) e dunas recobertas por vegetação típica de áreas costeiras.

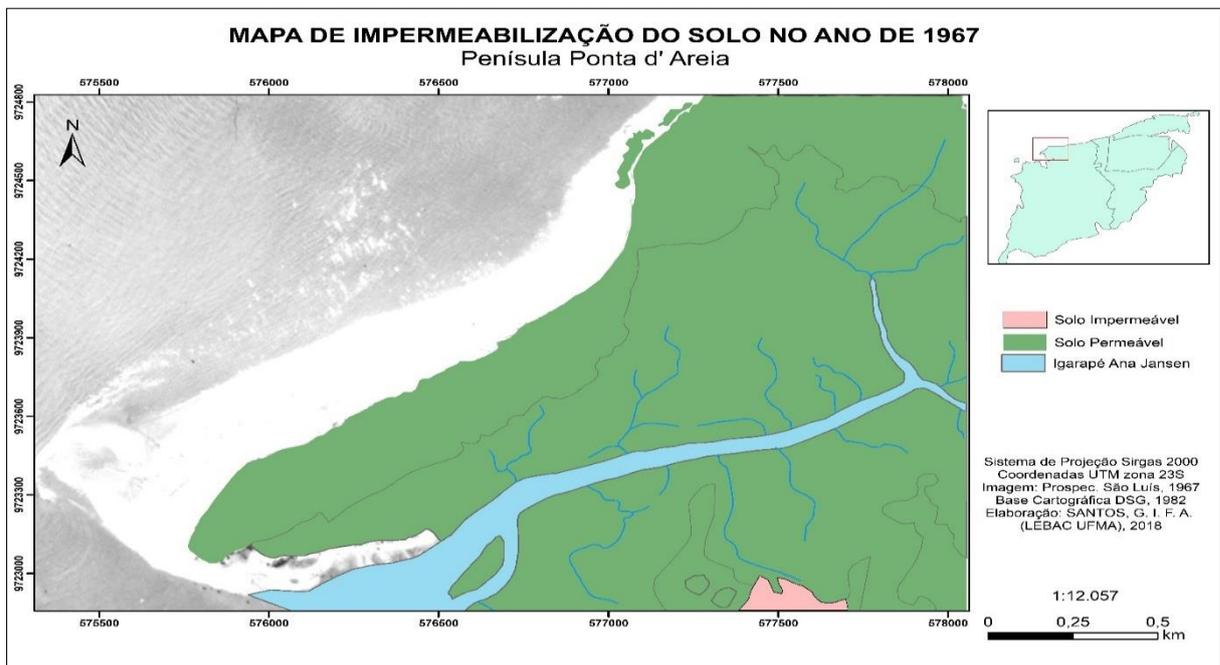
A ponta d'Areia é caracterizada por várias feições geomorfológicas, como restinga, dunas e Igarapés. A área denominada erroneamente como Península da Ponta d'Areia pelas empresas imobiliárias é uma restinga, segundo o Manual geomorfológico do IBGE é “um tipo de barreira costeira que se restringe apenas ao cordão litorâneo que fecha parcialmente as embocaduras de rios, as angras, baías ou pequenas lagoas” (IBGE, 2009 p.63).

Esse ambiente era dotado de uma paisagem totalmente natural constituída por várias feições geomorfológicas, como restinga, dunas, praias, Igarapés e pela vegetação composta por manguezais que sofreu um intenso processo de urbanização dada a sua localização privilegiada pela proximidade a praia.



Anteriormente a hidrografia era constituída pelo Igarapé Ana Jansen e várias outras drenagens que fluíam das partes altas densamente vegetadas por manguezais. As primeiras manchas de urbanização surgiram na década de 1960, com a ocupação bairro do São Francisco destacado de rosa na (Figura 2), O acesso para região da Ponta d'Areia era dificultado pelo Igarapé e pela presença da vegetação.

Figura 2 – Mapa de Impermeabilização do Solo no Ano de 1967- Área da Península D' Ponta da Areia- São Luís- MA



Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

A partir da análise de fotografias aéreas, foi elaborado um mapa de área permeável e impermeável no ano de 1967, a urbanização era limitada ao do Bairro do São Francisco que estava em processo de consolidação. Observa-se que na década de 60 existia uma área bastante expressiva de vegetação, que são caracterizadas com altamente permeáveis, sobretudo por não haver ocupações, já que o bairro do São Francisco na época estava iniciando seu processo de ocupação.

Os solos permeáveis ocupavam grande parte da área da península representado cerca de 3,404 km², enquanto os solos impermeáveis representavam cerca de 0,022 km², sendo bastante inferior as áreas permeáveis, a distinção dessas áreas são mais notáveis, sobretudo pela porcentagem da



permeabilidade da península, enquanto as permeáveis possuem cerca de 98,97% e as impermeáveis cerca de 0,63%, demonstrando que a Área da Península da Ponta d'Areia nas décadas de 60 tinha uma alta capacidade de infiltração das águas pluviais (quadro 1).

Quadro 1 – Categorias de Solo no Ano de 1967

CLASSES (1967)	KM ²	%
Solo Impermeável	0,022	0,63%
Solo Permeável	3,404	98,97%

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Foi no governo de José Sarney (1966-1970) que a ponte com próprio nome do governador seria inaugurada. Na capital, tiveram maior repercussão, além do asfaltamento das artérias do centro urbano, a construção da ponte sobre o Rio Anil, permitindo o surgimento de modernos bairros na orla praiana, e a barragem do rio Bacanga, possibilitando fácil acesso ao porto do Itaqui, cuja construção foi iniciada, conforme promessa antes feita pelo presidente Jânio Quadros (MEIRELES, 2001).

Em seu trabalho Masullo *et al.* (2004) destaca obras de construção das Avenidas Colares Moreira e Maestro João Nunes como ponto inicial da urbanização da área que cominou no represamento do Igarapé Ana Jansen, formando laguna de barramento.

Com a construção da ponte que ligou o centro às praias, inicia-se o processo de modificações da paisagem natural, através da remoção de dunas e desmatamento, visando à abertura de estradas e o loteamento da área (PAIVA, 2007).

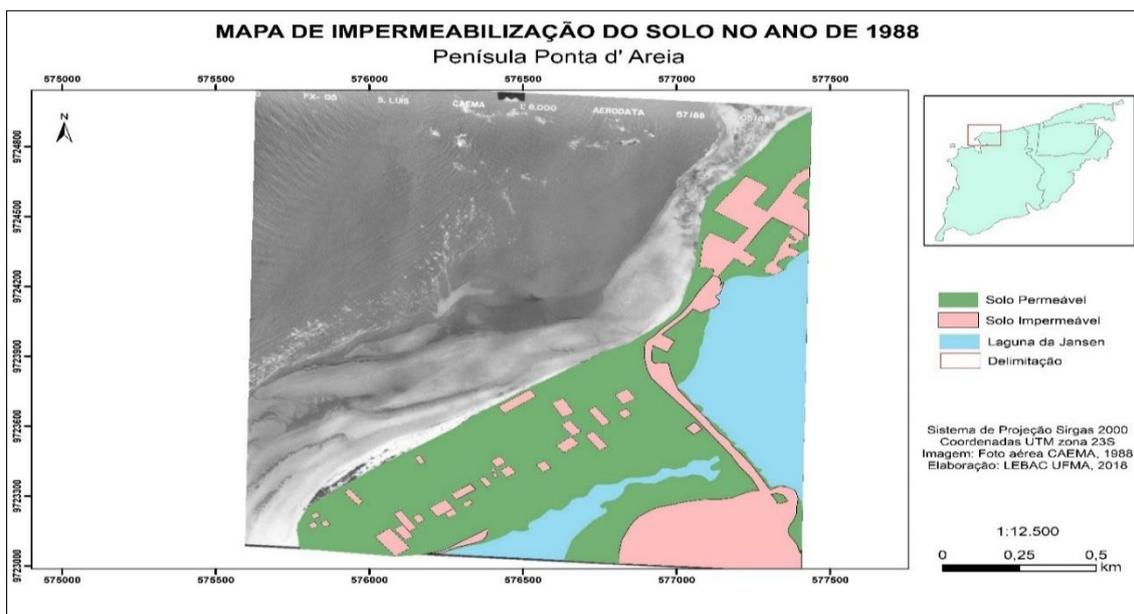
O resultado desse seguimento é a ocupação em áreas de preservação permanentes, protegidas pela legislação vigente Lei N^o 4.771, de 15 de setembro de 1965, onde não deveriam ser destinadas para o uso imobiliário.

Com os avanços na infraestrutura na capital maranhense, sobretudo em destaque a criação da ponte governado José Sarney, a área da Península D'Ponta da Areia. Áreas de ocupação aumentaram de forma bastante expressiva, essas modificações aumentaram de forma grandiosa as áreas impermeáveis (figura 3), principalmente pela instalação de ocupações espontâneas na década de 70.



Em 1988 observa-se um crescimento exponencial da urbanização, os primeiros edifícios surgem na área, tal fato está aliado ao projeto urbanístico da cidade de São Luís realizado na década de 70, a área sofreu sucessivos aterramentos para estabilização das edificações e aos poucos a vegetação era substituída por elementos antrópicos descaracterizando a sua essência.

Figura 3 – Mapa de Impermeabilização do Solo no Ano de 1988. - Área da Península D' Ponta da Areia- São Luís- MA



Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

A área impermeabilizada em km² aumentou expressivamente, sendo que as áreas impermeáveis no ano de 1988 são de cerca de 0,40 km², enquanto as permeáveis são de 3,404 km². Em relação perceptual de impermeabilização, observa-se que área impermeável é de 29,36%, e permeáveis de 70,62%, demonstrando que as áreas permeáveis mesmo com os avanços na década de 70 ainda se manteve um grande percentual dessas áreas (Quadro 2).

Quadro 2 – Categorias de Solo no Ano de 1988

CLASSES (1988)	KM ²	%
Solo Impermeável	0,40	29,38%
Solo Permeável	3,404	70,62%

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Os processos de urbanização e avanços na infraestrutura acarretaram modificações bastante expressivas no que tange a impermeabilização da área

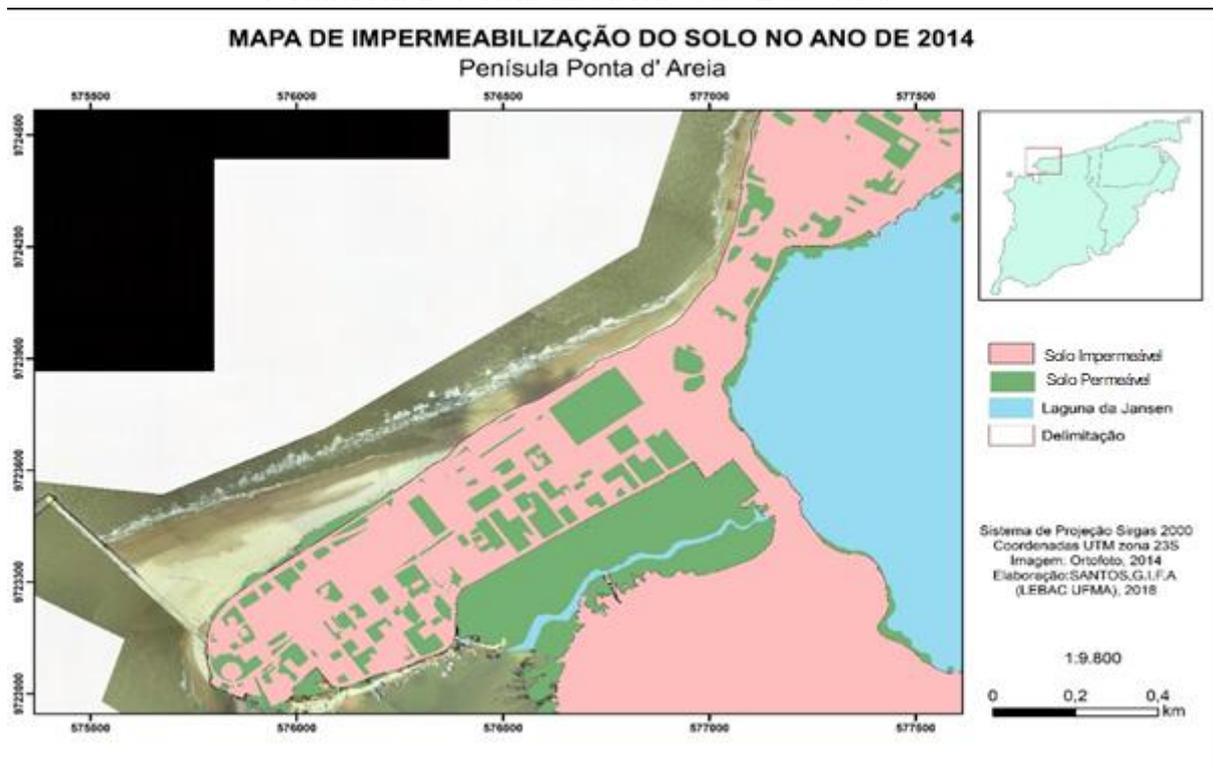


da Península D' Ponta da Areia, sobretudo a construção de prédios, aplicação de asfalto e cimento, que são materiais artificiais impermeáveis, que dificultam o processo de infiltração das águas pluviais, fazendo com que haja um aumento do escoamento superficial.

Em 2014 os bairros encontram-se totalmente consolidados, devido aos grandes avanços econômicos que o estado do Maranhão passou, e pela instalação de grandes empreendimentos imobiliários partir de 2004 que modificaram expressivamente a paisagem. Uma das mudanças mais percebidas foi a grande transformação que a área da Península da Ponta d'Areia passou devido pela construção de grandes condôminos de alto padrão econômico, a implantação e organização de ruas e calçadas, além da organização espacial, bastante expressiva já que a área é ocupada pela classe alta ludovicense.

Percebe-se que houve um grande avanço no que tange a exploração de capital na área, essas modificações aceleram o processo de impermeabilização da área acarretando diversos problemas ambientais, principalmente a diminuição significativa de áreas permeáveis (Figura 4), dificultando o processo de infiltração das águas pluviais.

Figura 4 – Mapa de Impermeabilização do Solo no Ano de 2014. Área da Península D' Ponta da Areia- São Luís- MA.



Fonte: Dados da Pesquisa (2018).



A partir desses avanços econômicos e aumento da exploração de capital imobiliário da área após o ano de 2004, houve um grande aumento na impermeabilização da área em 2014. O processo de impermeabilização chegou de forma expressiva na área, chegando a cerca de 0,75 km², possuindo percentual grande em relação aos anos anteriores, enquanto o solo permeável possui uma área de 3,404 km². Se faz necessário destacar a porcentagem de solo impermeável que chega em 58,82 % ultrapassando mais da metade da área de estudo, enquanto o solo permeável chega a 43,17% (Quadro 3).

Quadro 3 – Categorias de Solo no Ano de 2014

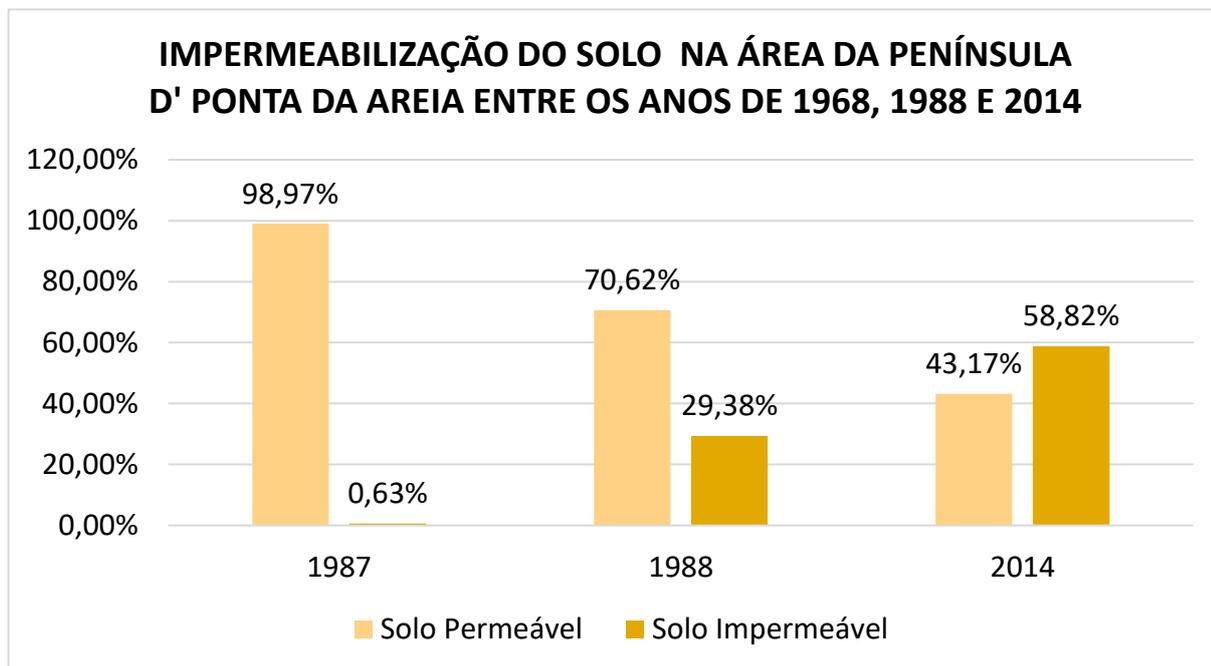
CLASSES (2014)	KM ²	%
Solo Impermeável	0,75	58,82%
Solo Permeável	3,404	43,17%

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Observa-se que a ocupação urbana e a degradação ambiental se fazem expressiva, principalmente pela grande porcentagem de solo impermeável no decorrer da análise temporal de 50 anos. Na área de estudo observa-se que há mais de 50% de solo impermeável (Gráfico 1), indicando que o desenvolvimento urbano da cidade não foi planejado, e que a área da Península da Ponta d'Areia possui condições sólidas para constantes alagamentos, já que o processo do ciclo hidrológico foi interferido, essa dinâmica hídrica não acontece de forma natural e nem artificial, já que não houve estudo prévio de uso do solo, ocasionado diversos transtorno e uma perspectiva bastante significativa em relação à problemas de impermeabilização e compactação do solo.



Gráfico 1 – Evolução da impermeabilização do solo na área da Península d' Ponta da Areia entre os anos de 1968, 1988 e 2014.



Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Segundo Lee e Heaney (2003), o coeficiente de escoamento superficial deve ser proporcional à área impermeabilizada diretamente conectada (AIDC). De acordo com esses autores, na versão original britânica do Método Racional³, utilizava-se como coeficiente de escoamento a porcentagem de área impermeabilizada diretamente conectada, ou seja, era considerado 100% o escoamento provindo dessas áreas. Desta forma, para a realização de um eficiente projeto de drenagem urbana com a adoção de técnicas adequadas se faz necessária o levantamento das áreas impermeáveis diretamente conectadas (AIDC) através de medidas diretas em fotografias aéreas ou imagens de satélite associadas ao levantamento de campo.

4. CONCLUSÃO

São notórias as mudanças na área de estudo, onde a mesma passou por vários processos para sua urbanização, nos quais contribuíram para a degradação do meio ambiente principalmente em relação à compactação do solo, dificultando processos naturais como ciclo hidrológico.



Os solos permeáveis no ano de 1967 a área da península representava cerca de 3,404 km², enquanto os solos impermeáveis representavam cerca de 0,022 km², sendo bastante inferior as áreas permeáveis, a distinção dessas áreas é mais notável, sobretudo pela porcentagem da permeabilidade da península, enquanto as permeáveis possuem cerca de 98,97% e as impermeáveis cerca de 0,63%

No ano de 1988 o processo de impermeabilização chegou de forma expressiva na área, 0,40 km², enquanto as permeáveis são de 3,404 km². A porcentagem observada ainda no ano de 1988 é de uma área impermeável de cerca de 29,36%, enquanto a permeáveis são de 70,62.

No ano de 2014 já se notava diversas modificações, entre elas as que mais chamam atenção são as áreas impermeabilizada em km² que aumentaram expressivamente, sendo que as áreas impermeabilizadas chegaram a quase 50%. O processo de impermeabilização chegou de forma expressiva na área, com cerca de 0,75 km², possuindo percentual grande em relação aos anos anteriores, enquanto, o solo permeável possui uma área de 3,404 km². Faz-se necessário destacar a porcentagem de solo impermeável que chega em 58,82 % ultrapassando mais da metade da área de estudo, enquanto o solo permeável chega a 43,17%

A partir da análise dos dados coletados, observou-se que a impermeabilização do solo é um dos grandes desafios do espaço urbano em relação à aspectos hidrogeológicos e de infiltração do solo, processo que é responsável pela compactação do solo, além de aumentar de forma bastante expressiva pontos de alagamentos em grandes centros urbanos, o uso inadequado do solo sem prévio estudo traz transtornos bastante impactantes para as sociedades que vivem em grandes centros urbanos. A impermeabilização do solo na área da península é um grande alerta para os gestores, principalmente para articulação de políticas públicas que possam resolver ou amenizar os transtornos relacionados a impermeabilização e compactação do solo.

Recomenda-se aplicação e criação de áreas verdes pois essas áreas possuem grande potencialidade para infiltração de águas pluviais, além da troca de pavimentos não permeáveis para permeáveis, preservação da vegetação já



existente, para que a mesma possa contribuir para o mantimento do ciclo hidrológico.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Maranhão - UFMA pelo apoio através do fomento através de bolsa, e ao Laboratório de Estudo de Bacias Hidrográficas – LEBAC/UFMA pela disponibilidade de suas infraestruturas físicas que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONTES; A. R. M.; BARBASSA, A. P. **Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbana**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, São Paulo, v. 8, n.2, abr/jun 2003. p. 137 – 142.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. CENSO DEMOGRÁFICO, 2010, Brasília: IBGE, online. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em abril. 2018.

LEE, J.G.; HEANEY, J.P. **Estimation of urban imperviousness and its impacts on stormwater systems**. Journal of Water Resources Planning and Management, 2003.

Massulo, Y. A. G *et al.* ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA LAGOA DA JANSEN-MA. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2014. Disponível em: <www.edicoesbcg.com.br/goncalves/livro.htm>. Acesso em 05 de julho de 2018.

MEIRELES, M. M. **História do Maranhão**. 3 ed. São Paulo: Siciliano, 2001.

PAIVA, E. K. G. **Evolução da forma urbana de São Luís-MA: uma análise iconográfica**. São Luís: 2007.

PEREIRA, Ediléa Dutra. **Avaliação da vulnerabilidade natural a contaminação do solo e do Aquífero do Reservatório Batatã, São Luís - MA**. Tese (doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências exatas. Unesp; Rio Claro, 2006.

SANTOS, L. E. N. **Estratégias do Capital na produção do espaço urbano de São Luís: sobre verticalização e desigualdades socioespaciais 2000-2010**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Socioeconômico) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013.