

Análise da supressão da vegetação em grotas por sensoriamento remoto: estudo de caso em Maceió-AL¹

Analysis of vegetation suppression in caves by remote sensing: a case study in Maceió-AL

Análisis de la supresión de vegetación en cuevas por teledetección: un estudio de caso en Maceió-AL

Eixo temático: Arquitetura e Urbanismo e conforto e qualidade Ambiental

CERQUEIRA, Michelle, UFAL, michelle.cerqueira@ceca.ufal.br

SANTOS, Polyanna Omena Costa, UFAL, polyanna.omena@hotmail.com

FARIAS, Vera Nubia Carvalho de, UFAL, veranubia@gmail.com

CHAGAS JÚNIOR, Vivaldo Ferreira, UFAL, vivaldo.chagas@gtrainers.com.br

BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues, UFAL, rvictor@fau.ufal.br

Resumo: A vegetação urbana desempenha cada vez mais um papel importante na melhoria do ambiente atmosférico urbano. Estudos recentes investigam os efeitos do espaço verde e sua configuração. Logo, as ferramentas que abrangem o sensoriamento remoto têm alcançado resultados bastante significativos para o monitoramento de diversas áreas, visto que seu mecanismo compreende grandes escalas espaciais e temporais. Diante da aplicabilidade da técnica utilizada, este artigo propõe-se contabilizar a supressão da vegetação em ambiente de grotas na cidade de Maceió, utilizando o algoritmo de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), mais precisamente localizada na Grotas do Aterro, como forma de verificar os impactos provenientes das atividades antrópicas. Ao analisar o NDVI obtidos em 1999 e 2020, observou-se que ao longo de 21 anos, a supressão na Grotas do Aterro foi de aproximadamente 3 ha, o equivalente a 50% de sua vegetação. Conforme apresentaram-se os resultados, foi possível evidenciar a descaracterização do ambiente natural em detrimento as modificações por parte do homem. Entre outros aspectos, conclui-se a viabilidade de mapear e identificar as alterações na vegetação a partir do mapa de NDVI, com desdobramentos sob a perspectiva microclimática em áreas de grotas.

Palavras-chaves: Grotas. Clima Urbano. Reurbanização.

Abstract: *Urban vegetation plays an increasingly important role in improving the urban atmospheric environment. Recent studies investigate the effects of green space and its configuration. Therefore, the tools that encompass remote sensing have achieved very significant results for the monitoring of several areas, since their mechanism comprises large spatial and temporal scales. In view of the applicability of the technique used, this article proposes to account for the suppression of vegetation in a valley environment in the city of*

¹CERQUEIRA, Michele et al., Análise da supressão da vegetação em grotas por sensoriamento remoto: estudo de caso em Maceió-AL In: CONGRESSO ARAGUAIENSE DE CIÊNCIAS EXATA, TECNOLÓGICA E SOCIAL APLICADA, 2020, Santana do Araguaia. **Anais...** Santana do Araguaia: II CONARA, 2020.

Maceió, using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) algorithm, more precisely located in Grota do Aterro, as a way to verify the impacts arising from human activities. When analyzing the NDVI obtained in 1999 and 2020, it was observed that over 21 years, the suppression in the Grota do Aterro was approximately 3 ha, equivalent to 50% of its vegetation. As the results were presented, it was possible to evidence the discarding of the natural environment to the detriment of the modifications on the part of man. Among other aspects, the feasibility of mapping and identifying changes in vegetation from the NDVI map is concluded, with developments under the microclimate perspective in valley areas.

Keywords: *Valley. Urban Climate. Redevelopment.*

Resumen: *La vegetación urbana juega un papel cada vez más importante en la mejora del entorno atmosférico urbano. Estudios recientes investigan los efectos de los espacios verdes y su configuración. Por tanto, las herramientas que engloban la teledetección han logrado resultados muy significativos para el seguimiento de varias áreas, ya que su mecanismo comprende grandes escalas espaciales y temporales. Dada la aplicabilidad de la técnica utilizada, este artículo propone dar cuenta de la supresión de vegetación en un entorno de valle en la ciudad de Maceió, utilizando el algoritmo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), más precisamente ubicado en Grota do Aterro, como una forma para verificar los impactos derivados de las actividades humanas. Al analizar el NDVI obtenido en 1999 y 2020, se observó que a lo largo de 21 años, la supresión en la Grota do Aterro fue de aproximadamente 3 ha, equivalente al 50% de su vegetación. A medida que se presentaron los resultados, se pudo evidenciar el descarte del medio natural en detrimento de las modificaciones por parte del hombre. Entre otros aspectos, se concluye la viabilidad de mapear e identificar cambios en la vegetación a partir del mapa NDVI, con desarrollos bajo la perspectiva del microclima en áreas de valle.*

Palabras clave: *Valle. Clima Urbano. Reurbanización.*

1 Introdução

A problemática ambiental urbana é atualmente uma das principais preocupações da comunidade científica (SILVA et. al, 2016). Um claro delineamento é realizado entre as abordagens dadas ao meio ambiente, que pode ser avaliado em seu aspecto: natural ou físico, envolvendo os sistemas solo-água-atmosfera e sua relação com a flora e fauna; cultural, constituído pelo patrimônio histórico, artístico, arqueológico, paisagístico e turístico; e artificial, que engloba basicamente o ambiente construído (SILVA, 2004).

Nesse contexto, as cidades caracterizam-se como sistemas complexos, que abrigam e promovem interações nos mais diversos níveis. Uma vez que, a cidade não é um todo homogêneo e possui especificidades intra-urbanas, seja do ponto de vista dos fatores físicos, mas especialmente das diferenças existentes nas características do uso e da ocupação do solo no interior da cidade (AMORIM, 2010).

Neste seguimento, a vegetação urbana fornece vários serviços ecossistêmicos que podem ajudar a lidar com os desafios contínuos do desenvolvimento urbano (BASTIAN et al., 2012; COLDING, 2011).

Como as cidades têm espaços verdes limitados, os gerentes e tomadores de decisão, estão cada vez mais conscientes da importância dos serviços do ecossistema urbano, beneficiado-se assim com a otimização da configuração espacial do espaço verde como forma de avaliar o estresse

térmico urbano (HUANG et al., 2011; LI et al., 2016; MYINT et al., 2015; ZHOU et al., 2011). Mesmo assim, permanecem dúvidas sobre a melhor forma de avaliar e gerenciar esses serviços; como um aspecto da realidade urbana (LAKES e HYUN-OK, 2012).

As principais características ecológicas das cidades são: a estrutura e o alinhamento dos edifícios, a proporção de superfícies vegetadas e a qualidade do espaço verde, o design geral do local e as especificações do uso do solo. Tais fatores são utilizados para classificar uma cidade de acordo com sua estrutura, visualizando uma investigação ecológica urbana (DUHME e PAULEIT, 1992; PAULEIT e BREUSTE, 2011). Conhecer a interação desses fatores facilitaria a aplicação de serviços pontuais no ecossistema do ambiente permitindo assim, uma qualidade de vida em áreas de assentamentos urbanos.

Diante das perspectivas apresentadas, o Sensoriamento Remoto oferece uma grande oportunidade para entender a fenologia da vegetação em diferentes resoluções e potencialmente fornecer informações detalhadas para o esverdeamento urbano direcionado nas residências e nas ruas, sendo excelente ferramenta de comunicação para autoridades em planejamento local. Logo, o índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) é uma das diretrizes mais essenciais da cobertura vegetal de uma determinada região a partir de dados de dados orbitais (CEBALLOS e LOPEZ, 2003).

O NDVI é usado para detectar qualquer cobertura de terra e mudanças causadas por atividades humanas, como construção e outros projetos de desenvolvimento (ABURAS et al., 2015; AHMAD e SHARIF, 2016).

Este artigo tem por objetivo contabilizar a supressão da vegetação em ambiente de grota na cidade de Maceió utilizando o algoritmo de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), mais precisamente localizado na Grota do Aterro, como forma de verificar os impactos provenientes das atividades antrópicas.

2 Referencial teórico

Em Maceió, o relevo dos solos urbanizáveis, são compartimentados em planícies costeiras e baixos planaltos em tabuleiro, resultantes respectivamente de dois períodos geológicos distintos; o quaternário e o terciário, contribui para conformar duas situações urbanas principais: cidade-baixa e cidade-alta. Uma terceira situação urbana, corresponde à formação cidade-das-grotas-e-encostas. As duas primeiras correspondem à cidade “legal”, a maior parte dela resultante de parcelamentos projetados e registrados. A terceira corresponde à parte da cidade “informal” (GERALDO, 2016).

As ocupações irregulares, em Maceió, encontram-se principalmente às margens de rios, córregos e lagoas. A formação territorial acidentada da cidade esconde a maioria das ocupações irregulares existentes, especialmente nas encostas dos vales, também denominadas grotas (Figura 1).

Figura 1. Vale do Reginaldo (a) e Grota da Macaxeira (b).



Fonte: SANTOS e Secretaria de Transporte e Desenvolvimento Urbano de Maceió (2017)

As Grotas de Maceió são áreas de fundo de vale que funcionam como as calhas naturais da cidade, levando as águas da chuva até a planície marítima. As mesmas, são locais de moradia para cerca de 300 mil pessoas, mas vale ressaltar que não deveriam ser. Segundo Lima:

"[...] são áreas legalmente declaradas "impróprias à edificação", já que são áreas inundáveis ou com grandes declividades e sem o interesse para o mercado imobiliário, [...] pois são desvalorizadas em função de fragilidades ambientais ou da existência de restrições aos usos e a ocupação" (LIMA, 2009, p.70).

Nos anos de 1950, Maceió passou por modificações urbanísticas com o aumento da migração campo-cidade. A população chegou a 121.000 habitantes, ocasionando uma escassez habitacional. Com esse crescimento populacional, também ocorreram problemas relacionados ao uso e ocupação do solo (ROMÃO, SANTOS e BADIRU, 2016). Desde então, iniciou-se a ocupação de áreas de preservação ambiental, como encostas, vales e planícies de inundação. Segundo Morais e Araujo (2019), as grotas vegetadas de Maceió são um componente valioso na composição das áreas livres vegetadas da cidade, perfazendo os tabuleiros de norte a sul e de leste a oeste.

Em 2016, as grotas de Maceió passaram por um processo de reurbanização (Figura 2), realizado pelo Governo do Estado de Alagoas e com parceria da ONU-Habitat, por meio do programa Vida Nova nas Grotas. Os lugares antes eram inóspitos e sem condições de mobilidade. As ações efetuadas, compreenderam a otimização da mobilidade e dos espaços de convivência, por meio da construção e reforma de escadarias, distribuídas entre novas e recuperadas, pontilhões, passeios, muro de contenção, meio-fio, corrimão e canaletas (SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO URBANO DE ALAGOAS, 2016).

As escadarias implantadas na grotas, contam com um sistema de drenagem que impede que a água da chuva escorra pelos barrancos, ajudando a evitar possíveis desmoronamentos, proporcionando maior segurança aos moradores. Além disso, foi realizada a pintura de 40 casas na comunidade (SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO URBANO DE ALAGOAS, 2016).

Figura 2. Detalhamento de reurbanização na Grota do Aterro.



Fonte: SETRAND, (2016), SANTOS e SEINFRA, 2018.

A Grota do Aterro, objeto de estudo deste artigo, fica situada entre os bairros da Gruta de Lourdes e do Barro Duro (Figura 3), e está inclusa nas Grotas que foram reurbanizadas em Maceió. Sua população é em torno dos 4000 habitantes (GOVERNO DE ALAGOAS, 2017).

Figura 3. Delimitação Grota do Aterro.



Fonte: do Autor, 2020.

2.1 Microclima da Grota do Aterro

Segundo Lenchner (2000), o microclima diferencia-se de acordo com alguns aspectos, como: topografia, presença de vegetação, tipo do solo, capacidade térmica dos materiais presentes na superfície, proximidade de corpos d'água, orientação à exposição solar, presença de edificações, etc. O microclima urbano, influencia no conforto ambiental térmico das habitações, contribuindo para o aquecimento ou resfriamento das mesmas.

O processo de urbanização altera a temperatura de tais áreas. As modificações ocorrem pela extinção de áreas verdes e desmatamento, aumento das áreas impermeabilizadas e utilização de materiais construtivos com alta condutividade térmica. Já em áreas onde se concentram a vegetação ou reservatórios d'água, as temperaturas reduzem, devido às suas propriedades

térmicas (LOMBARDO, 1997).

Segundo Dacanal et.al (2008):

As áreas livres urbanas, especialmente as áreas vegetadas, têm o potencial de resfriamento do ar, configurando microclimas frescos e úmidos. Isto ocorre por alguns motivos: elevação da umidade do ar decorrente da evapotranspiração foliar das plantas; aumento das superfícies permeáveis do solo, que retém mais umidade; sombreamento decorrente da arquitetura foliar das plantas, densidade foliar e estratos de vegetação (plantas arbóreas, arbustivas e gramíneas); e absorção de parte da radiação solar no processo fotossintético. Assim, estes fatores conjuntos atenuam a temperatura do ar e elevam a umidade (DACANAL et.al, 2008).

A Grota do Aterro caracteriza-se por uma formação em vale, ou grota, com grandes trechos inclinados, com presença de vegetação e corpos d'água, porém os passeios e escadarias existentes foram todos impermeabilizados, comprometendo o microclima local. (Figura 4).

Figura 4. Grota do Aterro



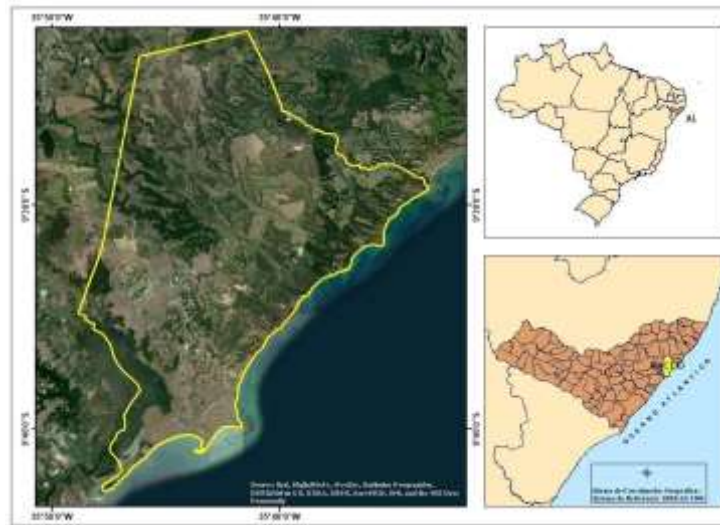
Fonte: SANTOS, 2018

3 Metodologia

3.1. Área de Estudo

A pesquisa se concentra na cidade de Maceió, capital do Estado de Alagoas situada no litoral nordeste brasileiro entre as latitudes 9° 45' Sul e longitude 35° 42' Oeste (Figura 5). A cidade abrange uma área de 512,8km² de área urbana, residindo uma população de cerca de 932.748 habitantes (IBGE, Censo 2010).

Figura 5. Localização da área de Estudo, Maceió -Al.



Fonte: Os autores, 2020.

A cidade é caracterizada por um clima quente e úmido, com radiação solar intensa, alta umidade relativa do ar e ventos constantes (ALMEIDA, 2006). Segundo as normais climatológicas (1961 - 1990) (INMET, 2018), nos meses mais quentes do ano (outubro a março) é predominante o vento Leste, e nos demais meses (abril a setembro) o vento sudeste. Sua temperatura média anual é de 25,1°C. Sendo construída em um bioma de Mata atlântica (IBGE, 2006), cuja vegetação predominante caracteriza-se como Floresta Ombrófila Aberta, identificada por estrato arbustivo pouco denso e árvores dispostas de forma mais espaçada.

3.2 Dados

Em detrimento ao objetivo desta pesquisa, foram utilizadas duas imagens orbitais do satélite LANSAT 5 – TM e LANDSAR 8 – OLI, como forma de cobrir todo o lapso temporal abordado na pesquisa, a saber, de 1999 a 2020, totalizando 21 anos. As imagens foram adquiridas junto a plataforma da USGS (*United States Geological Survey* - <https://glovis.usgs.gov/>).

3.3 Tratamento dos dados e Elaboração dos Resultados

Para análise dos percentuais de vegetação que compõem a área de estudo, foi utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), dado pela Equação 1.

$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED})}{(\rho_{NIR} + \rho_{RED})} \quad NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED})}{(\rho_{NIR} + \rho_{RED})} \quad (1)$$

Onde:

ρ_{NIR} = reflectância da banda infravermelho próximo;

ρ_{SWIR} = reflectância da banda infravermelho de onda curta (médio);

Correspondente as bandas 3 e 4 do sensor TM, 4 e 5 do sensor OLI.

O cálculo da reflectância é dado pela Equação 2.

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Onde:

L_{λ} = Espectral do sensor de abertura em Watts/(m² x sr x μm)

$M_L M_L$ = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04

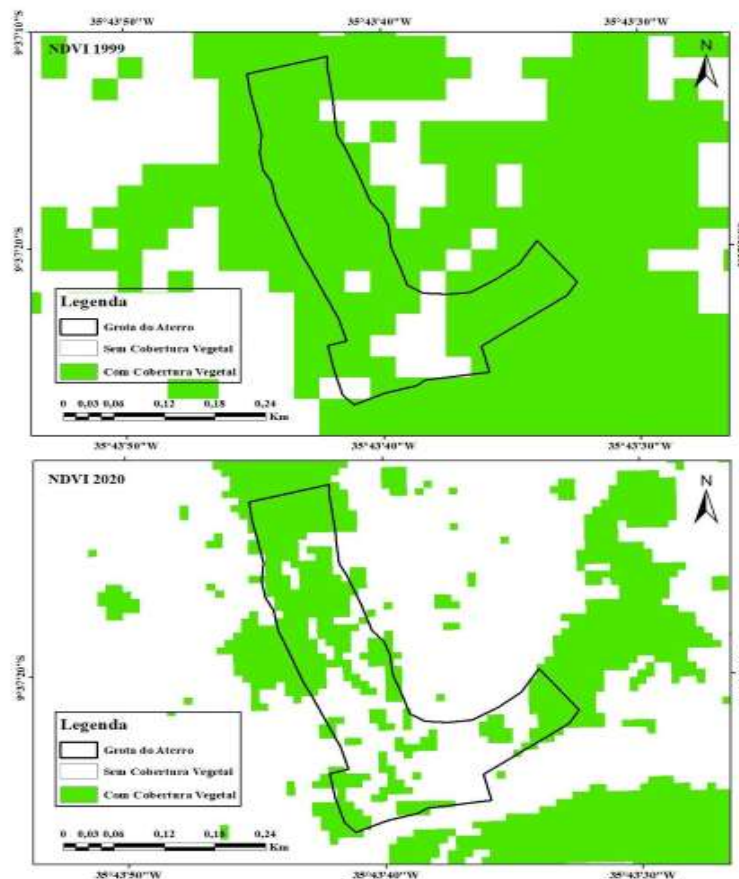
$Q_{cal} Q_{cal}$ = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10

Todas as imagens orbitais utilizadas nesta pesquisa foram tratadas e processadas no software de plataforma livre QGIS, assim como os mapas elaborados. A metodologia utilizada nesta pesquisa é comumente utilizada em diversas análises ambientais, conforme os trabalhos de Elnmer et al. (2019), Enriquez et al. (2019) e Malik et al. (2019).

4 Resultados

A Grota do Aterro, localizada na cidade de Maceió/AL situa-se entre os bairros da Gruta de Lourdes e Serraria, compõe uma área de aproximadamente 6,45 ha. Com a expansão urbana, é notório o crescimento das áreas construídas, isso, muitas vezes acarreta a perda da vegetação nativa. Na comparação dos mapas, Figura 5, percebe-se claramente a dinâmica da expansão urbana e o modo como ela impactou os remanescentes de vegetação nativa dentro da delimitação da Grota do Aterro, como também no seu entorno. Ao analisar o NDVI dos anos de 1999 e 2020, é possível visualizar os focos de maior alteração na vegetação. É o caso evidente da região sul da grota, que sofreu uma perda significativa de vegetação nativa.

Figura 6. Avaliação do espaço temporal do NDVI para a Grota do Aterro, 1999 e 2020.



Fonte: Os autores, 2020.

A Grota do Aterro sofreu uma redução de aproximadamente 3 ha em vegetação nativa, isso quer dizer que, somente em 21 anos, a Grota perdeu o equivalente a 53% das suas áreas verdes, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Contabilização das áreas por ano.

	1999	2020
Área vegetada	5,58 ha	3,45 ha
Área total Grota do Aterro	6,48 ha	

Fonte: Os autores, 2020.

Essa redução da vegetação intra-urbana, é caracterizada pelo crescimento urbano, mais precisamente por áreas construídas, onde a vegetação nativa é suprimida para alocação de residências.

5 Discussões

As áreas com vegetação são de grande importância para áreas intra-urbanas. Pode-se citar a função de controle e prevenção de desastres naturais causados por processos erosivos, como deslizamentos de terra, conforme Rossetti, Pinto e Almeida (2007), uma diminuição da intensidade de ventos e ruídos, além da redução de temperatura e aumento da umidade.

Mas o avanço de espaços construídos na cidade de Maceió, tem comprometido áreas de grande valor ambiental, como as margens de rios, córregos e lagoas, ocupação de encostas e regiões de fundo de vales (grotas). Em se tratando das grotas de Maceió, percebe-se pelo caso apresentado, referente à Grota do Aterro, uma tendência cada vez maior de urbanização dessas áreas que legalmente são consideradas “impróprias”.

Áreas de grota naturalmente captam as águas da chuva, assim sendo, para regiões com este tipo de característica, a presença e manutenção de áreas com vegetação permite o melhor permeabilidade do solo intra-urbano, reduzindo o escoamento superficial da água da chuva, evitando inundações, problemas e assoreamento de corpos d’água (ROSSETTI, PINTO E ALMEIDA, 2007).

Mas, diante do avanço da urbanização, conforme supracitado, e sendo que as áreas com vegetação são de grande importância para áreas intra-urbanas, uma vez que existe uma relação direta entre a vegetação e o microclima local. É importante que algumas medidas sejam tomadas, a exemplo: as construções devem procurar preservar ao máximo a vegetação nativa, residências devem adotar medidas compensatórias, a fim de diminuir os espaços impermeabilizados dentro do lote. Quanto às ações do poder público, é necessário um olhar urgente para as áreas de nascentes e matas ciliares de rios e córregos e regiões de grotas.

Especificamente, no caso das grotas já urbanizadas, é necessária uma reorganização a fim de melhorar a qualidade do microclima local, através do replantio de árvores e a recuperação de áreas verdes degradadas, uma vez que segundo Barbosa (2020), quanto maior for o vigor vegetativo do local, menor será a temperatura.

6 Conclusões

Em resumo, o estudo proposto confirma que o detalhamento espacial das feições fenológicas podem ser construídos pelo NDVI por meio de alta resolução temporal, apresentando um grande potencial em aplicações urbanas.

No cenário apresentado, permite caracterizar a redução da área vegetada na região de estudo, mostrando o suporte que o emprego do NDVI, obtido via imagens de satélite, pode oferecer para o direcionamento de estudos mais detalhados e implementação de práticas de monitoramento e recuperação de áreas urbanas degradadas, com a concepção integrada da importância da vegetação no clima urbano.

A utilização de dados orbitais segue como uma alternativa ao monitoramento de diversas áreas, a saber, áreas urbanas, uma vez que caracteriza-se como uma ferramenta de fácil acesso e disposição de dados de forma gratuita pelas mais diversas organizações, como o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e USGS (*United States Geological Survey*).

Referências

- ABURAS, M. M., ABDULLAH, S. H., RAMLI, M. F., & ASH'AARI, Z. H.,. Measuring Land Cover Change in Seremban, Malaysia Using NDVI Index. **Procedia Environmental Sciences**, 30, 2015, p. 238–243. doi:10.1016/j.proenv.2015.10.043
- ADNAN N A, NORALAM N F F, SALLEH S A, ABD L Z. Utilizing Landsat imageries for land surface temperature (LST) analysis of the Penang Island. **In International Conference on Space Science and Communication**, 2015, p. 193-198.
- BASTIAN, O., HAASE, D., GRUNEWALD, K. Ecosystem properties, potentials and services – the EPPS conceptual framework and an urban application example. **Ecol. Indic.** 21, 2012, p.7–16.
- CEBALLOS-SILVA, A., & LÓPEZ-BLANCO, J. . Delineation of suitable areas for crops using a MultiCriteria Evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in Central Mexico. **Agricultural Systems**, 77(2), 2003, p. 117–136. doi:10.1016/s0308-521x(02)00103-8
- COLDING, J. The role of ecosystem services in contemporary urban planning. In: Niemelä, J.(Ed.), **Urban Ecology. Patterns, Processes, and Applications**. Oxford University Press, New York, 2011 p. 228–237.
- DACANAL, C. et al. Microclima em fundos de vale: análise de diferentes ocupações urbanas em campinas, SP. In: **Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC**. Fortaleza: 2008.
- DUHME, F., PAULEIT, S. **Strukturtypenkartierung als Instrument der räumlichintegrativen Analyse und Bewertung der Umweltbedingungen in München**. Teil 1: Ziele und Methode (Mapping of structural types as tool for a spatial-interactive analysis of the environmental conditions in Munich), Freising, 1992.
- ELNMER, Ayat; KHADR, Mosaad; KANAE, Shinjiro; TAWFIK, Ahmed. Mapping daily and seasonally evapotranspiration using remote sensing techniques over the Nile delta. **Agricultural Water Management**, [S.L.], v. 213, p. 682-692, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2018.11.009>.
- ENRIQUEZ, R. *et al.* Spatial and temporal analysis of monthly water consumption and land surface temperature (lst) derived using landsat 8 and modis data. **The International Archives**

Of The Photogrammetry: Remote Sensing and Spatial Information Sciences., Philippines, p. 193-198. 14 nov. 2019.

GERALDO MAJELA GAUDÊNCIO FARIA (Maceió) (ed.). **PROPOSTA DE MACROZONEAMENTO PARA MACEIÓ**: revisão do plano diretor :; 2015/2016.

Maceió: Exto Produzido Para O Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Alagoas-Cau-Al, 2016.

GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS. **Vida Nova nas Grotas**. Maceió: Governo do Estado de Alagoas, v. 1, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006: **Lei da Mata Atlântica**. 2006. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/lei11428_mata_atlantica.pdf. Acesso em 06 nov. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil 1981 - 2010** - Direção predominante do vento. Brasília - DF, 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

LAKES, T., HYUN-OK, K. The urban environmental indicator “BiotopeArea Ratio” – an enhanced approach to assess and manage the urban ecosystem services using high resolution remote-sensing. **Ecol. Indic.** 13, 2012, p.93–103.

LECHENER, N. **Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects**, 2nd Edition. New York. 2000. 620p.

LOMBARDO, M. A. O Clima e a Cidade In: ENCAC - ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. **Anais do ENCAC**. Salvador: FAU-BA, LACAM, ANTAC, 1997. p. 59-62. CD-ROM.

LIMA, B. M. **Áreas de proteção permanente-APPs em Maceió : do ideário conservacionista aos usos sócio-ambientais das zonas de interesse ambiental e paisagístico**. 2009. 155 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

MALIK, Mohammad Subzar *et al.* Relationship of LST, NDBI and NDVI using Landsat-8 data in Kandaihimmat Watershed, Hoshangabad, India Mohammad. **Indian Journal Of Geo Marine Sciences**. Índia, p. 25-31. 01 jan. 2019

PAULEIT, S., BREUSTE, H.J. . Ecology in cities: man-made physical conditions. Chapter 1.1. Land-Use and surface-cover as urban ecological indicators. In: Niemelä, J. (Ed.), **Urban Ecology, Patterns, Processes, and Applications**, 2011, p. 19–72.

ROMÃO, V. S.; SANTOS, A. F. V.; BADIRU, A. I. Ocupação de Maceió traçada desde o Porto de Jaraguá até o Plano Diretor. In: SIMPÓSIO SOBRE AS GEOTECNOLOGIAS E GEOINFORMAÇÃO NO ESTADO DE ALAGOAS, 4., 2016, Maceió. **Anais eletrônicos...** Maceió: Seplag, 2016. p. 1 - 14

ROSSETTI, L. A. F. G.; PINTO, S. A. F.; ALMEIDA, C. M. 2007. Geotecnologias aplicadas à caracterização das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade de Rio Claro (SP). In: **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, INPE, p.5479-5486.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE ALAGOAS. **Grota da Macaxeira**. 2018.

SECRETARIA DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO URBANO DE MACEIÓ.
Detalhamento de reurbanização na Grota do Aterro. 2016.

SECRETARIA DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO URBANO DE MACEIÓ. **Grota da Macaxeira. 2016.**