



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE

MAPPING THE OCCURRENCE OF GREEN AREAS AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN THE CITY OF BEIRA-MOZAMBIQUE

MAPEO DE LA PRESENCIA DE ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE BEIRA-MOÇAMBIQUE

Gerson Moura Chitula¹, Adalberto Falso Armindo¹, Nhelete Cherinda¹, Lelia Roberto Ussene¹

e535059

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i3.5059>

PUBLICADO: 03/2024

RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal fazer o mapeamento de áreas verdes e a suscetibilidade a inundações dessas áreas dentro da cidade da Beira. E para a realização deste estudo usou-se o método cartográfico, trabalhado em ambiente ArcGIS 10.5 e Google Earth e de revisão bibliográfica na qual fez-se o mapa de uso e ocupação do solo através do índice de vegetação (NDVI) de modo a mapear os locais de ocorrência de vegetação e as áreas verdes e de seguida fez-se o mapa de suscetibilidade a inundações destas mesmas áreas através do método AHP. Conclui-se que a cidade da Beira possui uma intensa urbanização, grande parte da área que poderia ser vegetada está impermeabilizada por conta da presença de construções de infraestruturas e pavimentações, tornando a cidade mais vulneráveis aos problemas ambientais e como resposta disso, é necessário a valoração e manutenção das áreas verdes urbanas. Grande parte das áreas verdes mapeadas na cidade da Beira, estão totalmente suscetíveis a fatores de inundação e com o crescente aumento da população urbana na cidade de Beira proporciona de grande modo a ocupação desordenada do solo urbano e conseqüentemente o não acompanhamento na implantação e manutenção de infraestrutura de base.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas verdes. Mapeamento. Inundações.

ABSTRACT

This study's main objective was to map green areas and the susceptibility to flooding of these areas within the city of Beira. And to carry out this study, the cartographic method was used, worked in the ArcGIS 10.5 and Google Earth environment and a bibliographic review in which the land use and occupation map was made using the vegetation index (NDVI) in order to map the places where vegetation occurs and the green areas and then the flood susceptibility map of these same areas was created using the AHP method. it is concluded that the city of Beira has an intense urbanization, a large part of the area that could be vegetated is waterproofed due to the presence of infrastructure constructions and paving, making the city more vulnerable to environmental problems and in response to this, valuation is necessary and maintenance of urban green areas. A large part of the green areas mapped in the city of Beira are totally susceptible to flooding factors and with the growing increase in the urban population in the city of Beira, it largely leads to the disorderly occupation of urban land and consequently the lack of monitoring in the implementation and maintenance of base infrastructure.

KEYWORDS: Green areas. Mapping. Floods.

RESUMEN

El principal objetivo de este estudio fue mapear las áreas verdes y la susceptibilidad a inundaciones de estas áreas dentro de la ciudad de Beira. Y para realizar este estudio se utilizó el método cartográfico, trabajado en el entorno ArcGIS 10.5 y Google Earth y una revisión bibliográfica en la que se realizó el mapa de uso y ocupación del suelo utilizando el índice de vegetación (NDVI) con el fin de mapear los lugares donde se presenta la vegetación y las áreas verdes y luego se creó el mapa de susceptibilidad a inundaciones de estas mismas áreas mediante el método AHP. Se concluye que la ciudad de Beira tiene una intensa urbanización, gran parte del área que podría ser vegetada se

¹ Universidade Aberta ISCED.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

encuentra impermeabilizada debido a la presencia de construcciones de infraestructura y pavimentación, haciendo a la ciudad más vulnerable a los problemas ambientales y en respuesta a esto se realiza una valoración. Es necesario y mantenimiento de las zonas verdes urbanas. Gran parte de las áreas verdes mapeadas en la ciudad de Beira son totalmente susceptibles a factores de inundación y con el creciente aumento de la población urbana en la ciudad de Beira, esto conduce en gran medida a la ocupación desordenada del suelo urbano y en consecuencia a la falta de monitoreo. en la implementación y mantenimiento de la infraestructura base.

PALABRAS CLAVE: Áreas verdes. Cartografía. Inundaciones.

1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, as cidades foram crescendo e se tornando um lugar complexo para os planejadores, e por isso, a importância do mapeamento. O conhecimento acerca do ambiente torna-se o ponto inicial para elaboração de normas e planejamento para a ocupação e uso harmonioso dos bens naturais (Santos *et al.*, 1998).

Dentro da gestão ambiental, uma das principais dificuldades encontradas é a falta de dados com informações básicas da paisagem, extremamente necessárias em projetos ambientais. Concomitantemente, com o advento da informática e de programas de sistemas de informação geográfica, o desenvolvimento computacional para as aplicações gráficas e de imagens permitiram que o campo de análise do ambiente evoluísse de maneira extraordinária (Pissarra *et al.*, 2003).

De acordo com Buccheri Filho e Nucci (2006) para um planejamento urbano que se preocupa com a qualidade ambiental, os espaços livres, as áreas verdes e a cobertura vegetal devem ser elementos fundamentais. Apesar das áreas com vegetação extrapolarem o valor meramente estético, desempenhando um papel de destaque nas áreas urbanizadas no que se refere à qualidade ambiental. estas continuam sendo negligenciadas no planejamento das cidades. Portanto no planejamento urbano é necessário realizar um bom diagnóstico da presença de vegetação, de modo a servir de subsídio para delinear um plano de ação para a implantação de espaços verdes e manejo da arborização existente.

Em busca da minimização destes e dos demais problemas relacionados a esse tipo de urbanização, pesquisas e estudos científicos, realizados em diferentes campos do saber, têm sido desenvolvidos com o objetivo de contribuir para o avanço das reflexões e práticas de um planejamento urbano e ambiental que seja adequado à realidade das cidades. Embora a vegetação urbana seja considerada por diversos estudiosos e pesquisadores como um importante indicador para o estudo da qualidade ambiental urbana ela tem sido um elemento negligenciado no desenvolvimento das cidades. Para que a vegetação seja analisada adequadamente no meio urbano é necessário que seja considerada a sua distribuição e dimensão espacial, visando dessa maneira que o planejamento urbano e ambiental supra as necessidades da sociedade e não seja conduzido apenas à valorização e preservação da vegetação urbana por uma questão meramente



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

preservacionista. Por tanto este trabalho teve como objetivo geral fazer o mapeamento de áreas verdes e a suscetibilidade a inundações dessas áreas dentro da cidade da Beira.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Espaços verdes e seu contributo no equilíbrio térmico urbano

As áreas verdes são áreas abertas com uma área dominante de plantação de vegetação, que geralmente corresponde aos chamados parques, jardins ou praças (Lobodai, 2005).

No entanto, segundo outra abordagem (Gelinski, 2011), é área verde. é uma área de terreno onde a espécie é encontrada no ambiente urbano. E explica que são exemplos de espaços verdes parques, jardins, praças e pátios ajardinados, avenidas e alguns cemitérios. Como sabem, os espaços verdes podem ser públicos ou privados, embora muitos espaços privados possam ser de uso público em relação a zonas de recreio e lazer. Além de baixar a temperatura exterior, os espaços verdes aceleram a absorção da água da chuva no solo e através das raízes das árvores, o que reduz o escoamento e os danos causados pelas inundações.

De acordo com a densidade de áreas verdes em um determinado ambiente, pode-se observar seu efeito no controle da poluição atmosférica local. Na verdade, durante o dia é produzido oxigénio derivado de plantas, o que ajuda a regular a temperatura ambiente local. Nas cidades, os espaços verdes urbanos são moderadores do microclima urbano, suavizando a temperatura ambiente.

Naturalmente, os espaços verdes desempenham um papel importante na proteção do solo contra a erosão causada pela água e pelo vento, independentemente do seu efeito no microclima da cidade ou no clima regional. Sendo a vegetação o principal componente das áreas verdes, ela melhora a estética da paisagem urbana ao criar uma mudança estrutural, um contraste de cores e formas em relação aos edifícios (Gelinski, 2011).

2.2. Fatores da variação da temperatura ambiente

Em geral, a latitude, as formas de cobertura do solo onde a vegetação dominante é importante e as condições topográficas locais podem ser os principais impulsionadores da variação regional da temperatura exterior. Contudo, em espaços relativamente pequenos, como as cidades, constitui, para além das condições topográficas e da disponibilidade de influências ambientais, também formas de utilização dos espaços e outras componentes de cobertura regional.

Segundo Mayjo (2015), as variações de temperatura são causadas pela quantidade de radiação e energia recebida por unidade de área. E em geral, a energia recebida por unidade de área diminui com o aumento da latitude, portanto a temperatura cai do equador para os pólos. Mas isto sugere uma abordagem global à variação espacial da temperatura.

Para a variante local, outras variáveis locais também devem ser levadas em consideração.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

Assim, os impulsionadores da variação local da temperatura estão relacionados à estreita relação entre clima e vegetação, como evidenciado pela coincidência de zonas climáticas e biomas (Pillar, 1995). Neste caso, a variabilidade climática no espaço geográfico e no tempo é em grande parte determinada pela variação da intensidade da radiação solar (idem). Contudo, ao nível micro, o tipo de cobertura local pode ser considerado, incluindo a actividade económica local e as infra-estruturas existentes.

Assim, como argumentou Stoutjesdijk (1992), os impulsionadores da mudança de temperatura podem ser estudados em diferentes escalas, do macroclima, mesoclima ao microclima; onde o macroclima se refere às condições médias de longo prazo que ocorrem independentemente da topografia, tipo de solo e vegetação, enquanto o mesoclima é a variação local no macroclima devido à topografia, vegetação ou atividade humana, e o microclima se refere à variação devido à proximidade do solo, superfície do chão, superfície de folhas, rachaduras em pedras e outros.

2.3. Influências das formas de ocupação de espaços

Em geral, as formas de vida no espaço urbano diferem de região para região, cada modo de vida pode contribuir para as flutuações locais de temperatura. Por exemplo, pavimentos de cimento, alcatrão e áreas densamente construídas tendem a ter temperaturas ambientes muito elevadas porque absorvem muita radiação e libertam lentamente calor aquecido, assim, para o ambiente local. Em contrapartida, as áreas com vegetação tendem a ser mais frias, devido à função de limpeza das plantas ao liberar oxigênio durante o dia.

Áreas aquáticas com insolação liberam vapor de água superaquecido no ambiente local, o que pode de alguma forma causar um ligeiro aumento na temperatura que se transforma em calor.

2.4. Espaços verdes urbanos

Considerando as alterações e efeitos negativos no clima urbano devido à intensificação da construção, uma das tarefas importantes da cobertura vegetal é regular o microclima e influenciar a sua mitigação através das suas propriedades de regulação do calor, controlo da humidade, controlo e absorção da radiação solar. CO₂ e aumento do teor de O₂, proteção contra vento, chuva e granizo e proteção contra erosão.

A vegetação urbana absorve dióxido de carbono e libera oxigênio, o que melhora a qualidade do ar nas cidades. sombreado, suprimir a radiação e reduzir o ruído; decorar protege e acelera a melhoria dos recursos naturais, afeta a direção do vento e afeta positivamente o bem-estar das pessoas (saúde mental) e aumenta o conforto para o lazer e outros hobbies (Mello Filho, 1985).

Vieira (2004) reconhece que as áreas verdes tendem a assumir diferentes papéis na sociedade e que as suas funções devem estar interligadas no ambiente urbano de acordo com o que visam:



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

- Função social: a oportunidade de lazer que estas áreas proporcionam à população. Neste sentido, deve-se levar em conta a necessidade de hierarquia.
- Atividade estética: diversificar a paisagem construída e embelezar a cidade. Neste sentido, deve-se destacar a importância da vegetação.
- Atividade ecológica: melhora o clima urbano e a qualidade do ar, da água e do solo, o que, graças à sua presença, provoca o bem-estar dos habitantes. vegetação, solos impermeáveis e uma fauna mais diversificada nessas áreas.
- Função educativa: possibilidade oferecida pelo local para o desenvolvimento de atividades educativas, atividades extracurriculares e programas de educação ambiental.
- Função psicológica: possibilidade de realização de exercícios, recreação e lazer, que atuam como tensão e relaxamento, pois as pessoas estão em contato com os elementos naturais dessas áreas.

É importante ressaltar que a manutenção das áreas verdes é muito importante para o pleno cumprimento de suas funções, devendo ser considerado que eles devem ser armazenados adequadamente.

2.5. Inundações urbanas

As inundações nos centros urbanos são tão antigas quanto as cidades ou outros assentamentos. As inundações ocorrem quando as águas de rios, córregos, corpos pluviais saem do leito de drenagem por falta de capacidade de transporte de um desses sistemas e ocupam áreas utilizadas pela população para habitação, trânsito, lazer, comércio, indústria, etc. (Tucci, 2007) não possui capacidade de infiltração, grande parte do volume escoado para o sistema de drenagem, ultrapassando a capacidade da camada inferior. É um processo natural do ciclo hidrológico resultante das alterações climáticas de curto, médio e longo prazo. Essa precipitação ocorre de forma aleatória, dependendo dos processos climáticos locais e regionais. As inundações podem ocorrer de forma repentina ou gradual, e há alguma dificuldade em distinguir os tipos de inundação devido à dificuldade de detenção do fenômeno no campo e à falta de clareza nas definições existentes, uma vez que algumas características são semelhantes para ambas as inundações (Prochmann, 2014).

2.6. Mapeamento de áreas suscetíveis

Sensibilidade significa algo ou alguém capaz de receber impressões, mudanças ou adquirir propriedades, ou seja, tendência natural ao acaso. A sensibilidade a inundações de uma área é, portanto, diretamente proporcional à sua probabilidade de inundação, inundação e inundação, caso em que o mapa de sensibilidade fornece informações que podem ser usadas para definir o potencial de inundação da área (Prochmann, 2014). Os estudos que visam mapear áreas propensas a inundações e deslizamentos são muito importantes, especialmente no planejamento urbano, pois



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

fornece subsídios para a implementação de planos diretores, planos de prevenção de desastres e decisões de mitigação para reduzir ou mesmo eliminar situações de risco (Cristo, 2002).

Ahmad e McCalpin (1999) mencionam que um mapa de sensibilidade é crucial para os planejadores porque permite o desenvolvimento de medidas para prevenir e mitigar danos e orienta as políticas públicas para regular as formas de cultivo e ocupação.

O mapeamento de inundações é uma ferramenta muito importante para ler e compreender eventos de inundação e tomar decisões sobre a mitigação desses problemas. Atualmente, o geoprocessamento vem se tornando uma ferramenta dinâmica devido à sua capacidade de armazenar e analisar dados, o que pode proporcionar maior precisão para mapeamento e análise espacial (Oliveira; Guasseli, 2011).

Os sistemas SIGS possuem um conjunto de ferramentas que produzem as informações necessárias para tomada de decisão, incluindo análise multicritério (Silva *et al.*, 2009).

3. METODOLOGIA

3.1. Descrição da área de estudo

A cidade da Beira esta localizada na província de Sofala em Moçambique, ocupando uma área de 631 Km². Considerada a segunda cidade do país, depois da capital (Maputo), em termos de importância económica e geoestratégica, administrativamente a Cidade da Beira encontra-se dividida em 5 Postos Administrativos, PA Central; PA da Munhava; PA de Inhamizua; PA de Manga-Loforte e PA de Nhangau que possuem na totalidade 26 bairros, designadamente, Macuti, Palmeiras, Ponta-Gêa, Chaimite, Pioneiros, Esturro, Matabane, Macurungo, Munhava-Central, Mananga, Vaz, Maraza, Chota, Alto da Manga, Nhamitanga, Chingussura, Vila Massane, Inhamizua, Matadouro, Mungassa, Ndunda, Manga Mascarenhas, Muave, Nhangau, Nhangoma e Chonja.

O último Recenseamento Geral da População feito no país, a densidade populacional era de 731 hab/km², muito acima dos restantes distritos da Província de Sofala que, em média, tinham apenas 28 habitantes/Km².



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

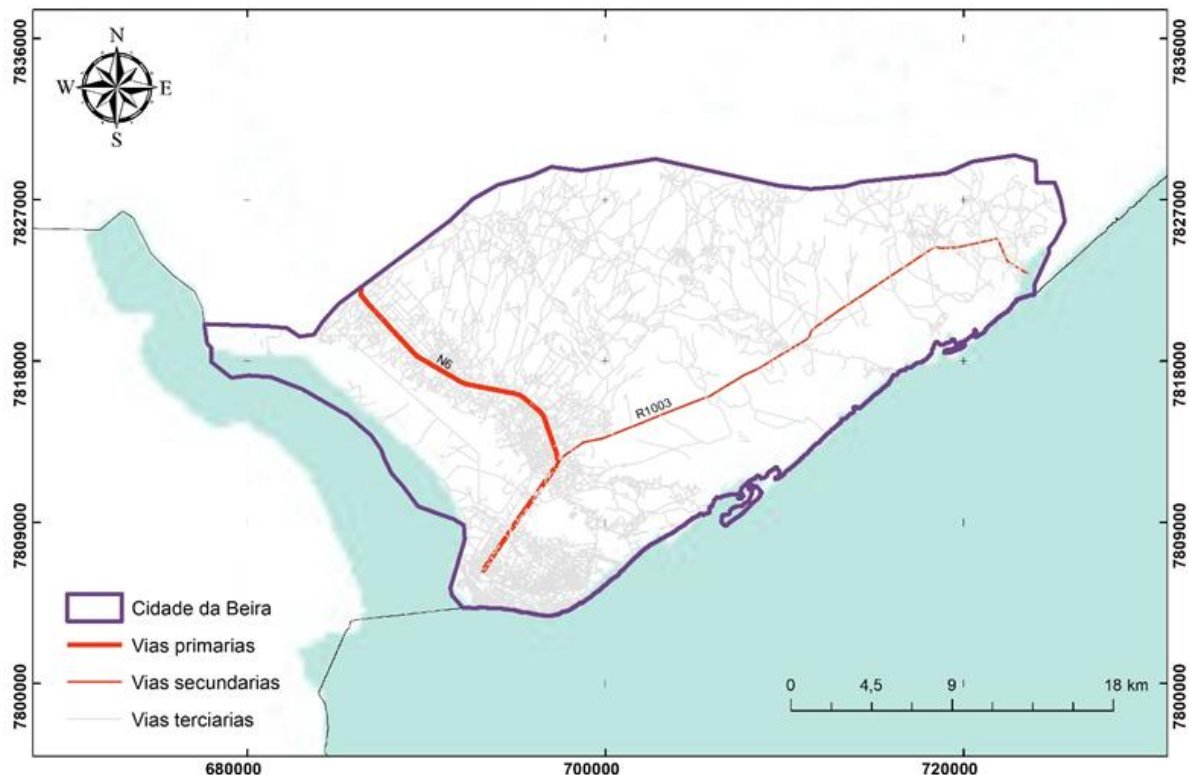


Figura 1: Localização geográfica da cidade da Beira
Fonte: Autor

O clima da cidade da Beira é caracterizado pela existência de duas estações de seis meses de duração e nitidamente diferenciadas, e pela coincidência entre a estação das chuvas e o período quente e húmido. O período mais chuvoso prolonga-se entre os meses de outubro a março, sendo os meses de Junho a Setembro os mais secos do ano. Muchangos, aponta que de acordo com os dados climáticos mundiais, a temperatura mínima em média é de 21°C e máxima é de aproximadamente 30°C. Apesar da fraca amplitude térmica anual, já foram registadas temperaturas extremas de 42,9°C e 9,4°C para os períodos, quente e frio, respectivamente (Uacane, 2018).

O relevo característico da Beira é predominantemente da planície do litoral, onde as costas altimétricas variam entre 6 e 20 metros de altitude, com um declive médio suave onde predominam alternâncias de depósitos argilosos e arenosos, (Manuel, 2015).

3.2. Matérias e métodos

Para a elaboração do cálculo de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, primeiramente baixaram-se as imagens provenientes do satélite *Landsat 8*, disponibilizadas gratuitamente e adquiridas através do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Foram utilizados dados dos sensores *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* e *Operational Land Imager (OLI)*. Em seguida fez-se o mapeamento das áreas vegetadas da cidade da Beira, sendo que foi considerada vegetada toda área que possuía vegetação sendo esta pública ou privada. O mapeamento foi feito



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

através da delimitação automática utilizando o índice NDVI na ferramenta do software ArcGIS 10.8. O mapeamento permitiu quantificação e espacialização de toda a área que possui vegetação na área de estudo e por fim através do método AHP foram determinada as áreas suscetíveis as inundações dentro dessas áreas verdes.

3.3. Normalized Density Vegetation Index (NDVI)

O NDVI (Normalized Density Vegetation Index) - é o índice que permite a análise e separação de tipos e densidade de cobertura vegetal, um dos primeiros estudos foi realizado pelo Dr. John Rouse (Rouse, 1973) quando o LANDSAT 1 foi lançado. É obtido a partir dos comprimentos de onda em que a vegetação tem alta refletância, o infravermelho próximo (NIR) e a banda do visível de baixa refletância, vermelho (RED) (He *et al.*, 2010). O cálculo do índice NDVI, é dado pela diferença normalizada da vegetação, foi realizado conforme apresentado pela Equação 1 abaixo.

$$NDVI = \frac{(NIR \text{ (banda 5)} - RED \text{ (banda 4)})}{(NIR \text{ (banda 5)} + RED \text{ (banda 4)})}$$

O resultado da equação do NDVI é um índice com valores que podem variar de -1 a 1. As áreas com vegetação mais vigorosa, tendem a apresentar valores positivos altos entre 0,5 a 1,0, enquanto as vegetações mais esparsas, vegetação de pequeno porte e arbustivas possuem valores positivos mais baixos entre os 0,2 a 0,5. Referente aos solos os valores são ainda mais baixos entre 0,2 e 0,1. As nuvens e sombras apresentam valores próximos de zero e os corpos de água geralmente apresentam valores negativos.

Para o presente trabalho realizou-se um esquiteamento das classes de NDVI presentes no resultado final, deixando apenas a classe com maior vigor vegetativo, vigor esse que apresentou valores de NDVI acima de 0,70, sendo assim consideradas áreas verdes.

3.4. Mapeamento de risco de inundação

O método usado foi o AHP, que em português é traduzido como Processo de Hierarquia Analítica, desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 70, tendo como principal característica a decomposição hierárquica do problema, criando-se uma hierarquia de critérios e convertendo avaliações subjetivas de importância relativa em um conjunto de pontuações e pesos gerais, foi desenvolvida para ajudar na tomada de decisão a partir de uma série de fatores, sejam quantitativos ou qualitativos.

De maneira geral, AHP é a teoria e a metodologia para medição relativa. Na medição relativa, não se está interessado na exata medição de algumas quantidades, mas sim nas proporções entre elas. A ideia central é a redução do estudo de sistemas a uma sequência de comparações aos pares. Segundo Vieira (2006), o método está construído sobre três princípios:



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

- Construção de hierarquias: O método permite a estruturação dos critérios, sendo a estruturação em árvore a mais utilizada, na qual o critério de mais alto nível é decomposto a níveis mais detalhados.
- Definição de prioridades: tais prioridades são definidas a partir de comparações par a par dos elementos, à luz de determinado critério.
- Consistência lógica: o método permite, por meio da proposição de índices, avaliar a consistência da definição de prioridades, ou seja, é capaz de verificar a consistência dos julgamentos.

Os fatores determinados como importantes e que influenciam diretamente no nível da água alcançado por uma enchente, independente da precipitação incidente são: Uso e ocupação de solo, Geologia, solos, orientação das encostas, declividade e a hipsometria. Os dados obtidos foram adquiridos junto aos órgãos de planejamentos em diferentes formatos, conforme a tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Dados de entradas

ID	Dados de Entrada	Formato	Fonte
1	Declividade	Raster	USGS
2	Hipsometria	Raster	
3	Orientação das Encostas	Raster	
4	Uso e ocupação do solo	Raster	
5	Solo	Raster	
6	Geologia	Raster	

Adaptado pelo autor (2022)

Todos os dados agregados em formato matriciais, foram usados de forma a gerar os mapas de Uso e Cobertura do Solo, Orientação das Encostas, Solo, Declividade, Hipsometria e Geologia.

A construção do mapa final baseou-se na integração dos condicionantes elencados, a partir da aplicação de um modelo de ponderação, adaptado de Prudente (2010), o qual indica os níveis de influência de cada condicionante na ocorrência de Susceptibilidade a inundações, conforme equação (2) abaixo.

O modelo de ponderação, realizado para a integração das condicionantes, resultou dos arquivos em formato matricial, multiplicados pelo seu peso específico, sendo posteriormente somados por sobreposição, produzindo o mapa de Susceptibilidade a inundações na Cidade da Beira.

$$\text{Suscetibilidade} = D+A+Oe+Us+G+S$$

adaptado por Prudente (2010)

em que:

- ✓ D: Declividade
- ✓ A: Altitude (Hipsometria)
- ✓ Oe: Orientação das encostas



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

- ✓ Us: Uso e ocupação do solo
- ✓ G: Geologia
- ✓ S: Solo

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Mapeamento das áreas verdes

Nos últimos anos, o uso e a cobertura do solo têm vindo a sofrer alterações profundas, com especial enfoque na expansão da área urbanizada (zonas de habitação formal, habitação informal e área do porto). Como resultado, extensas áreas de vegetação e cobertura natural têm vindo a ser ocupadas pela população em larga escala.

Na atualidade, toda a cidade está agora a sofrer processos de desenvolvimento bastante rápidos com a criação de novas atividades económicas e ocupação humana de territórios até aqui utilizados como campos agrícolas ou como zonas de incultos (zonas inundáveis).

Parte significativa da cidade encontra-se ocupada atualmente com extensas áreas de habitação informal desordenada e em expansão acelerada, rodeada mais a norte por áreas agrícolas sobretudo nas zonas de planícies, e a Oeste com a presença preponderante do porto e toda a área industrial em expansão.

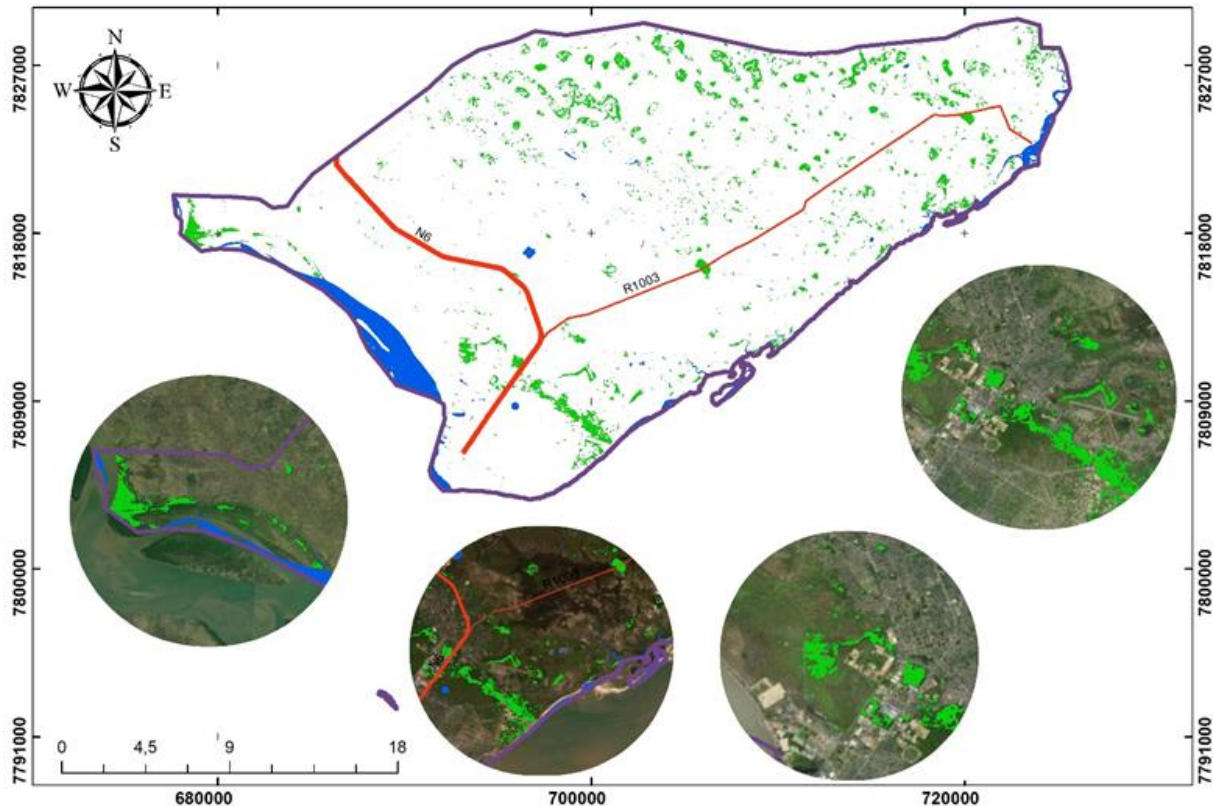
Existem condicionalismos ligados aos assentamentos informais em alguns bairros da cidade que carecem de medidas ativas que promovam a deslocalização e reassentamento voluntário de algumas populações, sobretudo nas zonas susceptíveis de inundação frequente.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

Figura 2: mapeamento das infraestruturas verdes da cidade da Beira- Moçambique



Fonte: Autor

Feito o mapeamento das Áreas Vegetadas, constatou-se que a cidade da Beira possui uma intensa urbanização. Grande parte da área que poderia ser vegetada está impermeabilizada por conta da presença de construções e pavimentações. Como ilustra a figura 2 acima.

A cidade da Beira é uma cidade vulnerável aos problemas ambientais e como resposta disso e necessário a conservação e manutenção das áreas verdes urbanas. A manutenção das áreas verdes urbanas sempre foi justificada pelo seu potencial em propiciar qualidade ambiental à população. Ela interfere diretamente na qualidade de vida dos seres por meio das funções sociais, ecológicas, estéticas e educativas, que elas exercem para amenização das consequências negativas da urbanização. Diversos autores, dentre eles Cavalheiro e Del Picchia (1992), Lima et al. (1994), Oliveira (1996), Nucci (2001), Vieira (2004), Toledo e Santos (2008), citam vários benefícios que as áreas verdes podem trazer ao convívio nas cidades, como: controle da poluição do ar e acústica, aumento do conforto ambiental, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, intercetção das águas da chuva no subsolo reduzindo o escoamento superficial, abrigo à fauna, equilíbrio do índice de umidade no ar, proteção das nascentes e dos mananciais, organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas, valorização visual e ornamental do ambiente, recreação, diversificação da paisagem construída. A vegetação tem efeitos diretos sobre a saúde mental e física da população. Oliveira (1996) salienta ainda que estes



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

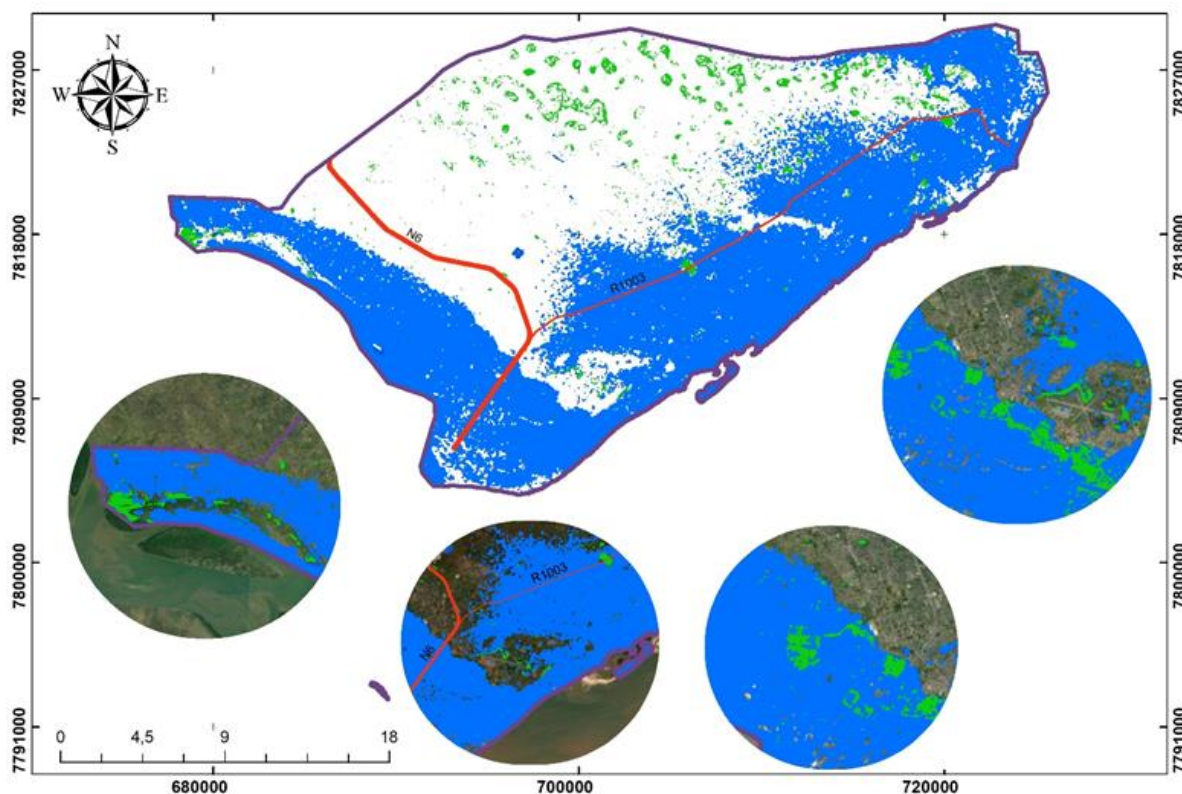
efeitos contribuem para a valorização de áreas para convívio social, valorização econômica das propriedades e para a formação de uma memória e do patrimônio cultural.

Para Vieira, (2004) a principal função do sistema de áreas verdes urbanas não deve ser apenas a criação de refúgios para que as pessoas possam escapar da cidade. Além disso, essas áreas devem possibilitar à população momentos de lazer e recreação em convívio com a natureza, respeitando sua vivência urbana e contato com outras pessoas. Oliveira (1996) argumenta que o [...] estilo de vida urbano e a estrutura cultural das cidades são elementos associados à tendência ao sedentarismo, aumentando a demanda por áreas verdes e espaços para recreação.

4.2. Áreas suscetíveis a inundações

Através de mapeamento das Áreas Vegetadas constataram-se que a cidade da Beira possui uma intensa urbanização, grande parte da área que poderia ser vegetada está impermeabilizada por conta da presença de construções e pavimentações deixando essas áreas suscetíveis aos problemas ambientais com destaque a fortes inundações segundo a figura 3 abaixo na qual ilustra a suscetibilidade a inundações nessas áreas.

Figura 3: mapeamento das áreas suscetíveis a inundações da cidade da Beira- Mocambique



Fonte: Autor

Os resultados alcançados demonstram que, do ponto de vista de relevo, e geomorfologia a Cidade da Beira localiza-se a baixo do nível do mar e isto faz com que esta cidade esteja vulnerável



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

a certos problemas ambientais como a erosão e inundações. Com tudo a maior parte das áreas verdes mapeadas estão totalmente suscetíveis a fatores de inundação e com o crescente aumento da população urbana na Cidade de Beira propicia de grande modo a ocupação desordenada do solo urbano e conseqüentemente o não acompanhamento na implantação e manutenção de infraestrutura básica. Este fato pode estar associado ao fraco declínio de toda a planície litoral e da plataforma continental, a influência das marés sobre a costa é muito grande. O estuário do rio Pungué, por exemplo, nos períodos de chuvas, representam uma ameaça para as comunidades da Manga, Vaz e Munhava Matope, cujas populações são obrigadas a se deslocar ou a abandonar as suas próprias casas, em direção a mais zonas altas. As inundações causam regularmente problemas nas zonas mais baixas da bacia hidrográfica do rio Pungué.

Por outro lado, o crescimento urbano normalmente ocorre em torno das principais rotas viárias de uma determinada região, e na cidade da Beira não é diferente. Os processos de urbanização provocam a impermeabilização do solo, decorrente principalmente da compactação do material superficial para construção dos arruamentos e das moradias. Segundo Vieira, (2004) as inundações urbanas são provocadas, em sua maioria, pela ocorrência de uma extrema quantidade de precipitação local, em pouco tempo, juntamente à ineficiência das logísticas de infraestrutura dos sistemas das galerias de águas pluviais, assim como das áreas impermeabilizadas.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que a cidade da Beira possui uma intensa urbanização, grande parte da área que poderia ser vegetada está impermeabilizada por conta da presença de construções de infraestruturas e pavimentações, tornando a cidade, mas vulneráveis aos problemas ambientais e como resposta disso e necessária a valoração e manutenção das áreas verdes urbanas.

Contudo, a maior parte das áreas verdes mapeadas estão totalmente suscetíveis a fatores de inundação e com o crescente aumento da população urbana na cidade de Beira proporciona de grande modo a ocupação desordenada do solo urbano e conseqüentemente o não acompanhamento na implantação e manutenção de infraestrutura de base.

REFERÊNCIAS

- BRUBACHER, J. P.; OLIVEIRA, G. D.; GUASSELLI, L. A. Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS. **Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto**, v. 15, p. 1863-1870, 2011.
- BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do departamento de Geografia**, v. 18, p. 48-59, 2006.
- COLLISCHONN, B.; ALLASIA, D.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Desempenho do satélite TRMM na estimativa de precipitação sobre a bacia do Paraguai superior. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 1, p. 93-99, 2007.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

- DE MELLO FILHO, L. E. A função dos jardins botânicos nos dias atuais. **Rodriguésia**, p. 73-76, 1985.
- DI GREGORIO, A. **Land cover classification system: classification concepts and user manual: LCCS**. United Nations: Food and Agriculture, 1995.
- FREIRE, N. C. F.; PACHECO, A. P. Aspectos da detecção de áreas de risco à desertificação na região de Xingó. XII. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais [...]* Goiânia, Brasil, INPE, 2005.
- LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; SOUSA, M. A. L. B.; FIALHO, N.; DEL PICCHIA, P. C. D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. *In: Anais [...]* II Congresso de Arborização Urbana. São Luis, MA, 1994. p. 539-553.
- LOBODAI, C. R.; DE ANGELIS, B. L. S. Áreas públicas urbanas—conceitos, usos e funções. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 125-139 jan/jun. 2005.
- NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo, SP: Humanitas, 2001.
- OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes**: diagnóstico e propostas. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 1996.
- PISSARRA, J.; MATEUS, N.; RIVAS-GONZALO, J.; SANTOS BUELGA, C.; DE FREITAS, V. Reaction between malvidin 3-glucoside and (+)-catechin in model solutions containing different aldehydes. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 2, p. 476-481, 2003.
- PISSARRA, T. C. T.; AMARAL, J. D; FERRAUDO, A. S.; POLITANO, W. Utilização de Sistemas de Informação Geográfica para avaliação de Áreas de Preservação Permanente em microbacias hidrográficas: Um estudo de caso para o município de Jaboticabal, SP. **Anais [...]** XI Sbsr, Belo Horizonte, Brasil, Inpe, 2003. p. 1915-1920.
- PROCHMANN, J. R. **Análise espacial da susceptibilidade a inundações na Bacia hidrográfica do Córrego Grande, Florianópolis-SC**. [S. l.: s. n.], 2014.
- ROUSE, J. W.; HASS, R. H.; DEERING, D. W.; SCHELL, J. A. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. Austin: Texas A. M. University, College Station, 1974.
- SANTOS, G. T.; BUENO, L. S.; PAULINO, L. A.; VIEIRA, S. J. A utilização de SIG's nos estudos geotécnicos. **Anais [...]** do Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis, 1998.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 287-294, 1998.
- SILVA, H. D. B. **Estudo do Índice de Vegetação no Município de Floresta - PE, utilizando técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife-PE, 2009.
- STOUTJESDIJK, P. H.; BARKMAN, J. J. Microclimate. **Vegetation and Fauna**. Uppsala: Opulus Press, 1992.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIA DAS ÁREAS VERDES COMO INDICADORES DA
QUALIDADE AMBIENTAL NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE
Gerson Moura Chitula, Adalberto Falso Armindo, Nhelete Cherinda, Lelia Roberto Ussene

UACANE, M. S.; SEVENE, O.; CAMOES, F. B. Variação espacial da temperatura ambiente no bairro da Manga-Mascarenhas, cidade da Beira/Moçambique. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 231-248, jan./jun. 2018.

UACANE, M. S.; SEVENE, O.; CAMOES, F. B. Variação espacial da temperatura ambiente no bairro da Manga-Mascarenhas, cidade da Beira/Moçambique. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 231-248, jan./jun. 2018.

VIEIRA, P. B. H. **Uma visão geográfica das áreas verdes de Florianópolis, SC**: estudo de caso do Parque Ecológico do Córrego Grande (PECG). 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

ZHA, Y.; GAO, J.; NI, S. Use of normalized difference Built-Up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, n. 3, p. 583-594, 2003.