

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

JÉSSICA DE CASTRO BENDLIN

INDICADORES DE ÁREAS VERDES PARA A CIDADE DE ITAQUI-RS

**Itaqui
2018**

JÉSSICA DE CASTRO BENDLIN

INDICADORES DE ÁREAS VERDES PARA A CIDADE DE ITAQUI-RS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharela em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Orientadora: Dra. Leydimere Janny Cota Oliveira

**Itaqui
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo (a) autor (a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

B121212i Bendlin, Jéssica de Castro

Indicadores de áreas verdes para a cidade de Itaqui-Rs / Jéssica de Castro Bendlin.

39 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA, 2018.

"Orientação: Leydimere Janny Cota Oliveira".

1. Indicadores de áreas verdes. 2. Geotecnologias. 3. Cartografia temática. I. Título.

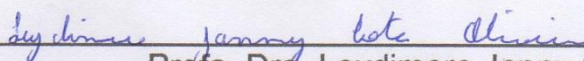
JÉSSICA DE CASTRO BENDLIN

INDICADORES DE ÁREAS VERDES PARA A CIDADE DE ITAQUI-RS

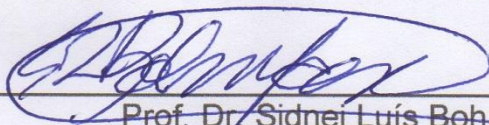
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharela em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 12, dezembro de 2018.

Banca examinadora:



Profa. Dra. Leydimere Janny Cota Oliveira
Orientadora
Universidade Federal do Pampa



Prof. Dr. Sidnei Luís Bohn Gass
Universidade Federal do Pampa



Prof. MSc. Leonard Niero da Silveira
Universidade Federal do Pampa

Dedico este trabalho aos meus pais Rosângila e Gerson, ao meu irmão Nicholas, que sempre me motivaram para conseguir alcançar os meus objetivos.

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente a Deus, que me deu energia e força para concluir este trabalho.

Agradeço, a minha família que me incentivou para poder alcançar minhas metas.

Agradeço a minha orientadora Leydimere pela paciência e colaboração de todo conhecimento desenvolvido neste trabalho.

Agradeço a todos os professores, colegas e amigos que de alguma maneira contribuíram durante este percurso para a realização deste trabalho.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte desta etapa decisiva em minha vida.

“Você nunca sabe o quanto é forte até
que ser forte é a única escolha que tem”.

Bob Marley

RESUMO

O município de Itaqui localiza-se na região denominada fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul, o qual possui algumas áreas de preservação e lazer na área urbana, constituído por praças, parques, entre outros. As áreas verdes são muito importantes para a questão do bem estar e da qualidade de vida, por isso é necessário estar ciente da relevância de conservação deste patrimônio, já que o mesmo promove o equilíbrio entre as áreas urbanizadas e o meio ambiente. Nesse sentido, o objetivo principal deste trabalho é realizar uma análise dos indicadores de áreas verdes utilizando ferramentas de geotecnologia para a cidade de Itaqui- RS. Para que se possa realizar o estudo sobre as áreas verdes é necessário calcular os indicadores de áreas verdes, são eles: o índice de áreas verdes (IAV) e o percentual de áreas verdes (PAV), tais índices foram estimados para os 17 bairros do município. Para tanto, foi utilizado o método de classificação supervisionada utilizando imagens de satélite assim como a comparação dos resultados com a classificação do NDVI, as quais também foram utilizadas para a elaboração de mapas para visualização dos resultados. Neste contexto, este trabalho demonstrou resultados satisfatórios quanto ao uso dos métodos aqui mencionados.

Palavras-Chave: Indicadores de áreas verdes; Geotecnologias; Cartografia Temática.

ABSTRACT

The municipality of Itaqui is located in the region called the western border of the state of Rio Grande do Sul, which has some areas of preservation and leisure in the urban area, consisting of squares, parks, among others. The green areas are very important for the welfare and quality of life, so it is necessary to be aware of the importance of conservation of this heritage, since it promotes the balance between urbanized areas and the environment. In this sense, the main objective of this work is to perform an analysis of the indicators of green areas using tools of geotechnology for the city of Itaqui-RS. In order to carry out the study on green areas it is necessary to calculate the indicators of green areas, namely: the green area index (BTI) and the percentage of green areas (VAP), such indices were estimated for the 17 County. For this, the supervised classification method was used using satellite images as well as the comparison of the results with the NDVI classification, which were also used for the preparation of maps to visualize the results. In this context, this work showed satisfactory results regarding the use of the methods mentioned here.

Keywords: Green area indicators; Geotechnology; Thematic Cartography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo.....	23
Figura 2 – Mapa dos pontos levantados.....	25
Figura 3 – Fotografia do bairro Cafifas	25
Figura 4 – Fotografia do bairro Centro.....	26
Figura 5 – Mapa da classificação supervisionada no perímetro urbano.....	29
Figura 6 – Mapa da classificação do NDVI no perímetro urbano.....	30
Figura 7 – Mapa do percentual de áreas verdes	32
Figura 8 – Mapa do índice de áreas verdes	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Imagem LandSat-8.....	24
Quadro 2 – Percentual de Áreas Verdes no Perímetro Urbano de Itaquí.....	31
Quadro 3 – Índices de Áreas Verdes no Perímetro Urbano de Itaquí.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SHP - *shapefiles*

TIFF - *Tagged Image File Format*

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

PAV - Percentual de áreas verdes

IAV - Índices de áreas verdes

SIG - Sistema de Informações Geográficas

NDVI - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.

ONU - Organização das Nações Unidas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 JUSTIFICATIVA.....	16
3 OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo Geral.....	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1 Áreas Verdes... ..	17
4.1.1 Indicadores de Áreas Verdes.....	18
4.2 Geotecnologia Aplicada aos Índices de Vegetação.....	19
4.2.1 Sensoriamento Remoto.....	20
4.2.1.1 Processamento digital de Imagem.....	20
4.2.1.2 Classificação digital de Imagens.....	21
4.2.1.3 Classificação Supervisionada....	21
4.2.1.4 Índice de Vegetação por diferença Normalizada.....	21
4.2.2 Sistema de Informações Geográficas.....	22
5 METODOLOGIA	22
5.1 Área de estudo... ..	22
5.2 Coleta de dados digitais	23
5.2.1 Coleta de dados em Campo	24
5.3 Equipamentos	26
5.4 Preparação dos dados digitais	26
5.4.1 Classificação supervisionada e NDVI	27
5.4.2 Percentual de áreas verdes (PAV).....	28
5.4.3 Índice de áreas verdes (IAV)	28

6 RESULTADOS.....	29
6.1 Classificação digital das imagens.....	29
6.2 Cálculo do PAV.....	31
6.3 Cálculo do IAV.....	32
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das áreas urbanas tem afetado diretamente o ambiente natural. O aumento de áreas construídas tem substituído a cobertura vegetal que antes ali existiam. Esta realidade trouxe muitos fatores que implicam na degradação de recursos naturais, assim como, a destruição da fauna e da flora, entre outros aspectos que atingem a população do meio urbano (PANCHER; ÁVILA, 2012).

Diante disso, temas relacionados à qualidade ambiental da área urbana, vêm sendo discutidos, tendo em vista como o tema principal sobre a vegetação intraurbana, que visa quantificar a melhoria das condições do ambiente urbano. Neste contexto, existem algumas definições quanto à vegetação urbana, sendo que, o termo mais utilizado é definido como “áreas verdes” (BARGOS; MATIAS, 2011).

De acordo com Lima e Amorim (2006) as áreas verdes são de suma importância, pois promovem o equilíbrio entre as áreas urbanizadas e o meio ambiente. Por isso é importante manter preservado um bem que cabe a todos nós, visto que a falta de arborização pode trazer desconforto térmico, pois a presença de áreas verdes interfere diretamente no microclima, assim como na qualidade de vida deste.

Para Pancher e Ávila (2012), uma forma de analisar as condições ambientais de uma cidade é realizando um estudo sobre o verde urbano, utilizando análises específicas para este tipo de caso. Nestes estudos são utilizados vários indicadores, dentre os quais se destacam: o Percentual de áreas verdes (PAV) que quantifica as áreas não edificadas da cidade e o Índice de áreas verdes (IAV) que estabelece a relação entre as áreas verdes remanescentes e a população residente (LUCON et al., 2013).

Uma vez que as geotecnologias possibilitam a aquisição e manipulação de informações espaciais, elas vêm se tornando umas das principais ferramentas para o levantamento, monitoramento e mapeamento de recursos naturais. Soma-se a este quadro a crescente fonte de dados espaciais disponíveis na internet, destacando-se tecnologias extraídas do geoprocessamento como o sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG) (ROSA e BRITO, 1996).

Moreira (2003) destaca que o sensoriamento remoto aplicado aos recursos naturais tem como um dos objetivos obter informações através dos recursos

renováveis e não renováveis do planeta, com o apoio de sensores integrados em aviões, satélites ou até mesmo na superfície.

Entretanto, Freire (2009) aponta que o SIG tem se destacado como um aliado no assunto de integração de tecnologia, já que os SIGs buscam a união de várias tecnologias que permitem ao usuário integração com seus dados de maneira que apoiam as formas tradicionais da análise geográfica. Dentre tais análises, pode-se citar a sobreposição de mapas, a elaboração de mapas, modelagem, e manuseio de grandes quantidades de dados que se encontram em um único banco de dados.

Deste modo, a partir de todo contexto levantado este trabalho tem como intuito contribuir para futuros estudos e discussões sobre o assunto, tendo como objetivo realizar uma estimativa dos indicadores de áreas verdes para a cidade de Itaquí.

2 JUSTIFICATIVA

Os espaços naturais estão em constante substituição por áreas urbanas que constitui casas, ruas, etc. Existe uma preocupação em trazer para a sociedade a importância de manter o verde nos processos de urbanizações das cidades. “As grandes devastações, os grandes desmatamentos, têm chamado a atenção de ambientalistas e simpatizantes quanto à busca da preservação de áreas verdes” (BEBER, 2008, p. 8).

A escolha do tema deu-se pelo fato de ajudar a entender a importância das áreas verdes para a população. Uma maneira de diagnosticar o quanto de vegetação está disponível para a população é através da utilização de índices de áreas verdes que expressam a cobertura vegetal como um todo. Para a verificação desta qualidade é utilizado as geotecnologias que visam processar e visualizar as informações de maneira contextualizada, favorecendo a tomada de decisão (ALVAREZ, 2012).

Portanto, essa pesquisa busca contribuir na esfera acadêmica como forma de expandir o conhecimento sobre o tema abordado e atrair novos pesquisadores para que aprofundem as pesquisas sobre os indicadores de áreas verdes. Pois, são poucos os trabalhos com esses parâmetros na região, e também uma ótima oportunidade em estimular o desenvolvimento da preservação das áreas verdes urbanas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é realizar uma estimativa dos indicadores de áreas verdes utilizando ferramentas de geotecnologia para a cidade de Itaqui-RS.

3.2 Objetivos específicos

- Processar as imagens de satélite da área de estudo através do método de classificação supervisionada;
- Realizar a comparação da classificação supervisionada com o NDVI;
- Calcular e analisar os indicadores de áreas verdes para a cidade de Itaqui nos 17 bairros;
- Elaborar mapas temáticos para representação dos produtos finais.

4 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Áreas Verdes

As áreas verdes urbanas são identificadas como espaços físicos com predominância de vegetações distintas, que se tornam um grande aliado no aumento da qualidade de vida da população. Lima e Amorim (2006) as definem como sendo importantes para a qualidade ambiental das cidades, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente.

Deste modo, as áreas verdes se tornam um fator importante para os centros urbanos, contribuindo direta e indiretamente para a qualidade ambiental. Neste contexto, pode-se definir de forma mais ampla as áreas verdes públicas urbanas de acordo com Pereira Lima – org (1994), como:

- Espaço livre: Trata-se do conceito mais abrangente, integrando os demais e contrapondo-se ao espaço construído em áreas urbanas.
- Área verde: Onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área

verde. Entretanto, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas.

- Parque urbano: É uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, no entanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos.
- Praça: É um espaço livre público cuja principal função é o lazer. Pode não ser uma área verde, quando não tem vegetação e encontra-se impermeabilizada.
- Arborização urbana: Diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes.

Conforme citado anteriormente, é possível encontrar várias conceituações e termos relativos às áreas verdes urbanas, onde cada definição agrega um termo específico tentando explicar e exemplificar seus elementos de forma eficaz e satisfatória. Segundo Lima e Amorim (2006) pode-se dizer que na atualidade, com problemas provindos das cidades modernas, as áreas verdes se tornam peça fundamental para ornamentação urbana. Neste contexto, é importante salientar a sua importância para o equilíbrio ecológico urbano, oferecendo um ambiente propício entorno da cidade urbana.

Desta maneira, as áreas verdes têm um papel de suma importância na arborização do meio urbano, viabilizando a qualidade de vida da população, assim como, na qualidade ambiental.

4.1 Indicadores de Áreas Verdes

Para realizar uma análise sobre a cobertura vegetal de uma determinada área de estudo, optou-se por uma técnica utilizada para quantificação e avaliação da vegetação urbana através da elaboração de índices. Pois,

O cálculo desses índices é feito conforme os interesses das pesquisas e estudos aos quais estes são elaborados, o que representa de certa forma, um problema ligado diretamente à falta de consenso quanto às

terminologias e classificações da vegetação no ambiente urbano (BARGOS, 2010, p. 37).

Desta forma, é importante conhecer o ambiente urbano na qual a pesquisa está sendo realizado, assim como, o conhecimento dos índices necessários para a avaliação da análise da cobertura vegetal.

Para Hanke- Oliveira (1966), o percentual de áreas verdes engloba todas as áreas verdes, independentes se o local possui acessibilidade ou até mesmo a existência de algum tipo de qualidade ambiental. Neste caso, o percentual irá cobrir todo e qualquer elemento encontrado na área de análise, não diferenciando os tipos de vegetação e nem a sua qualidade ambiental.

Caporusso e Matias (2008) ressaltam que o índice de áreas verdes (IAV) é utilizado para análise da distribuição espacial de vegetação, sendo muito utilizado para comparações da abundância de áreas verdes relacionadas entre diferentes cidades, bairros ou setores censitários.

Além disso, o IAV é considerado um índice com um cálculo simples, que traz bons resultados e boas análises se usado adequadamente. Toledo e Santos (2008) propõe que o índice de áreas verdes seja estimado pela quantidade de espaços livres de uso público em metros quadrados (m²) divididos pela quantidade de habitantes de uma cidade.

4.2 Geotecnologias Aplicadas aos Índices de Vegetação

A influência do uso das geotecnologias para análises que envolvem recursos naturais tem ganhado grande espaço entre os profissionais que optam por esta ferramenta. “O uso das geotecnologias vem assumindo importância cada vez maior no levantamento e mapeamento dos elementos presentes no espaço geográfico” (BARGOS, 2010, p. 41).

Diante disso, Fogiato (2006) conclui a importância do planejamento ambiental para utilização correta deste recurso, para que estas práticas resultem na preservação do meio ambiente, assim deve-se estabelecer a análise que envolve diferentes componentes ambientais, que implicam no uso de tecnologia como sensoriamento remoto e SIG. Portanto, o uso destas tecnologias auxilia na gestão ambiental, entregando resultados de forma rápida e eficiente.

4.2.1 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto é uma das ferramentas mais utilizadas quando tratamos do assunto “recursos naturais”, pois utiliza como base imagens de satélites aplicando diversos elementos sobre esta para uma interpretação de fácil entendimento. Assim, podemos definir de forma clara sensoriamento remoto como:

Uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MENEZES; ALMEIDA, 2012, p. 3).

Desta forma, o uso do sensoriamento remoto para análise de imagens de satélite é considerado como um método para acelerar e reduzir custos de mapeamento e de detecção de mudanças geoambientais. Assim, estas imagens de satélite aliadas às outras técnicas de processamento e aos novos sensores, geram informações precisas para diversas variações temáticas da superfície da terra (GRIGIO, 2003).

4.2.1.1 Processamento Digital de Imagens

O avanço da tecnologia para o processamento digital de imagens vem atingindo diversas áreas, que atualmente usufruem deste tipo de tecnologia por ser de fácil manipulação. Um exemplo para este tipo de aplicação é a análise de recursos naturais através da classificação de imagens de satélite (MELONI, 2009).

Entende-se como processamento digital a manipulação de uma imagem através de um computador de forma que a saída deste processamento gere uma imagem. De uma forma mais específica segundo Meloni (2009), o objetivo principal do processamento digital de imagens é tornar mais harmonioso o aspecto visual das feições analisadas para que o analista possa interpretar de maneira correta o que está sendo observado sobre esta imagem, desta maneira, gerando produtos que possam ser utilizados para outros tipos de processamentos.

4.2.1.2 Classificação Digital de Imagens

A classificação digital de imagens é o procedimento aplicado para separar e identificar os objetos na superfície terrestre detectados pelos sensores dos satélites, isto é, cada pixel em uma imagem digital está relacionado a uma determinada classe que retrata um determinado tipo de uso de terreno como uma área urbana ou um tipo de floresta. De acordo com Crosta (1992), a classificação digital é um procedimento cuja finalidade é extrair informações das imagens digitais através de padrões espectrais e objetos detectados com o auxílio visual do analista.

Entretanto, este procedimento envolve a manipulação computacional da imagem tendo em vista a agregação de blocos de pixel que possuem dados com informações equivalentes, sendo que o grau desta equivalência depende muito do método classificador que deve ser definido perante a obtenção do produto final (CRUZ et al., 2009).

4.2.1.3 Classificação Supervisionada

Os métodos de classificação de imagens digitais são definidos em função da presença ou não da etapa de treinamento.

No método de classificação supervisionada o algoritmo trabalha com relação na base de distribuição de probabilidade de cada classe selecionada. De uma maneira mais simples, o analista irá treinar o algoritmo para aliar a uma classe já determinada através das regras estatísticas (ADENIYI, 1985).

Conforme Bernardi et al. (2007) a classificação supervisionada constitui na identificação de diferentes classes que possuem comportamentos espectrais diferenciados. Levando isso em consideração o algoritmo de classificação é adotado para extrair feições de interesse em um espaço multidimensional. Assim, o sucesso da classificação depende do conjunto de amostras coletadas das classes de interesse.

4.2.1.4 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

Os índices de vegetação elaborados pelos dados dos sensores remotos se tornaram de grande importância para o monitoramento de alterações naturais que ocorrem na Terra. E estes índices auxiliam na estimativa de diversos parâmetros da

vegetação, em que se destaca o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) (LIMA et al, 2013).

Diante disso, o NDVI tem o objetivo de avaliar os estágios de vegetação de uma determinada área, assim como, identificar áreas que possuem algum tipo de vegetação bem como áreas sem nenhuma cobertura vegetal. Neste contexto, O NDVI se torna extremamente útil para classificações da cobertura vegetal, expressando variações de valores conforme a área estudada.

4.2.2 Sistema de Informações Geográficas

SIG pode ser definido como uma tecnologia que possui as ferramentas necessárias para realizar análises com dados espaciais, ao ser implementada disponibiliza a compreensão da utilização do meio físico, estabelecendo o chamado universo da geotecnologia (SILVA, 2003, p .27).

Mas, conforme Barcelos et al. (1998), o SIG é uma ferramenta que visa analisar um banco de dados contendo informações sobre o meio ambiente. O sistema serve para capturar, armazenar, manipular, assim como analisar dados georreferenciados a partir da representação espacial.

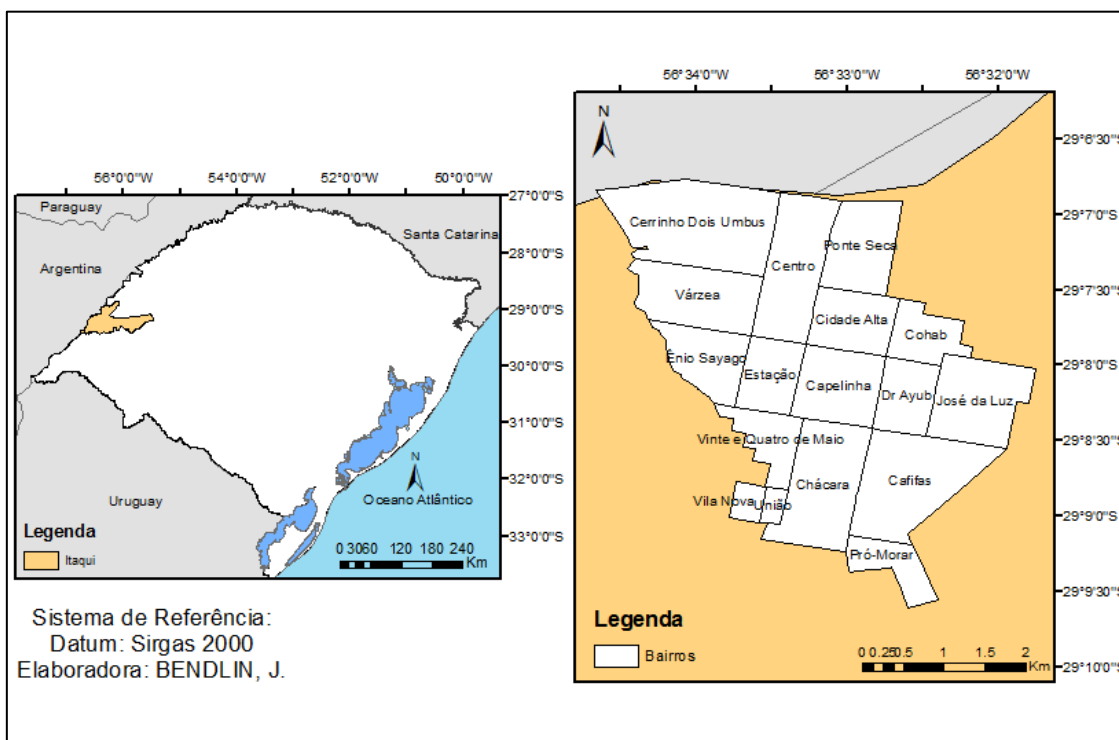
Portanto, os mapas são de suma importância para transpassar os resultados obtidos por meio de operações de um SIG para um público mais amplo. É relevante a utilização de mapas, pois muitos usuários conseguem abstrair as informações geradas por um SIG apenas através da visualização de um mapa (LONGLLEY et al, 2011, p. 298).

5 METODOLOGIA

5.1 Área de estudo

A área de estudo abrange a cidade de Itaqui-RS, localizada na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, o município possui uma área de 3.404 km² e uma população estimada em torno de 38.166 habitantes de acordo com dados do último censo (IBGE, 2010). Ainda, segundo o IBGE (2010), o município de Itaqui possui cerca de 96,2 % de arborização em vias públicas na área urbana. Na figura 1 está representada a área de estudo.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Autor (2018)

5.2 Coleta de dados digitais

A elaboração da base de dados foi uma etapa importante no desenvolvimento deste trabalho. Para tanto, foi construída uma base de dados com enfoque na área urbana de Itaqui, para a composição desta base de dados foram utilizados arquivos raster e vetoriais como imagens de satélite e malhas nos formatos TIFF e SHP. Os dados matriciais utilizados consistiram do download dos dados espectrais obtidos pelo satélite Landsat-8 a partir do repositório do INPE¹. Já os dados vetoriais foram adquiridos junto ao site do IBGE onde englobaram a malha dos setores censitários do município de Itaqui relativos ao ano de 2010 e a malha municipal. No Quadro 1 estão descritas as principais informações dos satélites utilizados nesta pesquisa.

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>

Quadro 1: Imagem Landsat-8

Satélite	Sensor	Tipo de Resolução	Bandas	Data
Landsat-8	OLI	30 m	6,5,4 e 8	05/01/2018

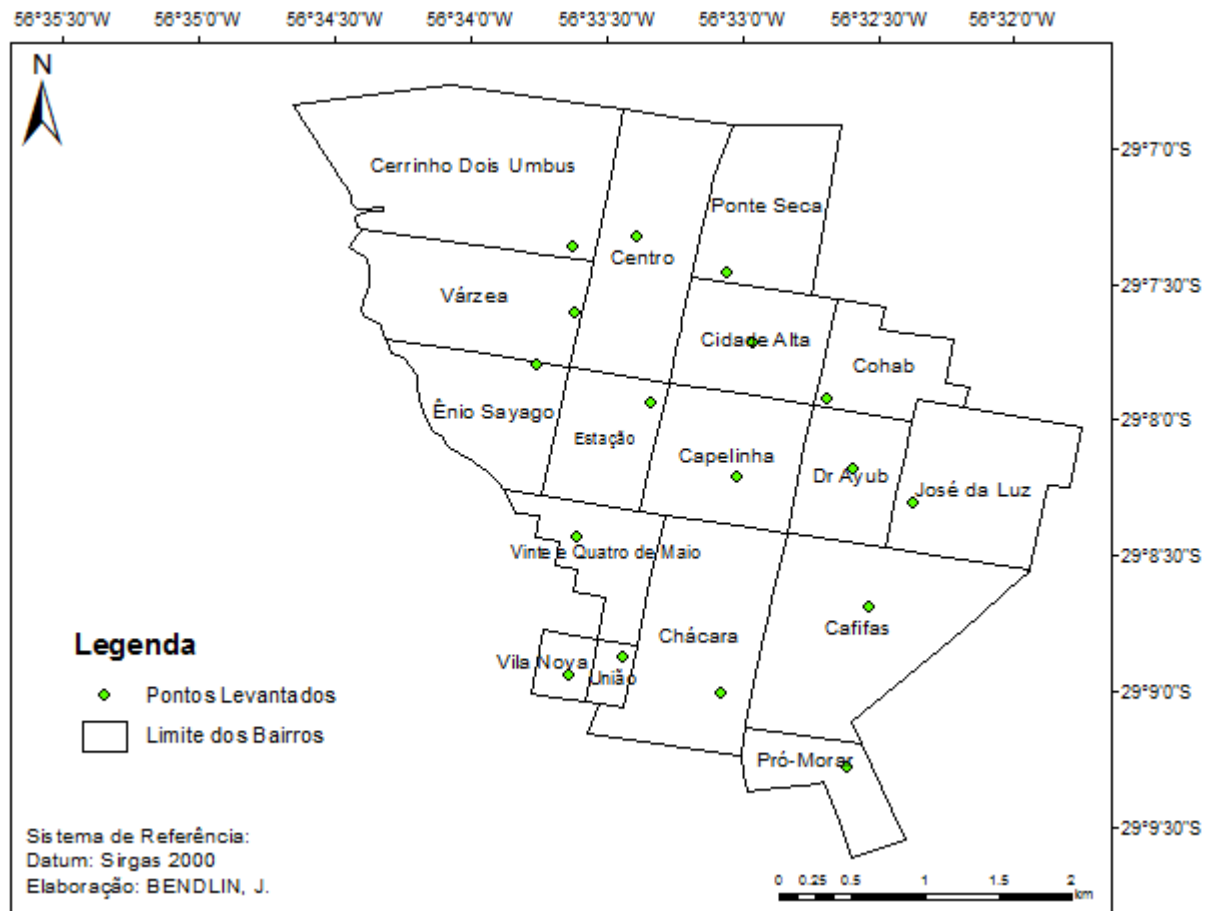
Fonte: Autor (2018)

5.2.1 Coleta de dados em campo

A realização do trabalho em campo foi fundamental para calibração e validação da análise das áreas verdes urbanas identificadas sobre as imagens obtidas do satélite Landsat-8 da cidade de Itaquí.

Assim, obteve-se a determinação de 17 amostras distribuídas pela área de estudo, considerando os pontos de diferentes padrões de áreas verdes selecionadas como (área de recreação, área arborizada em local privado, mata nativa). A partir destas informações pôde-se realizar o levantamento das amostras com o auxílio do GPS de navegação para a coleta das coordenadas que permitiu validar a análise das bases digitais utilizadas (figura 2). Como material de apoio, foi elaborado um banco de dados fotográficos para complementar as análises propostas.

Figura 2: Mapa dos pontos levantados em campo



Fonte: Autor (2018)

Nas figuras 3 e 4, destacam-se alguns locais das amostras levantadas.

Imagem 3: Fotografia do bairro Cafifas



Fonte: Autor (2018)

Imagem 4: Fotografia do bairro Centro



Fonte: Autor (2018)

5.3 Equipamentos

Foram utilizados os seguintes equipamentos para esta pesquisa:

- Software ArcGis²® versão 10.3.1;
- GPS de navegação Garmin GPSMap 76 Cs;
- Câmera fotográfica do celular LGK10-power.

5.4 Preparação dos dados espaciais

Inicialmente, determinou-se a divisão da malha dos setores censitários para bairros, a partir da ferramenta de geoprocessamento *dissolve no* ArcGis^{®3} definindo-se assim os 17 bairros na cidade.

Para a manipulação das imagens de satélite foi necessário reprojeter a imagem do satélite Landsat-8 que se encontrava no fuso 21-N(norte) para o fuso 21-S(sul), logo em seguida foi realizada a composição das bandas 6, 5, 4 (falsa cor) da cena multiespectral do landsat-8 em RGB. Para o satélite Sentinel-2 utilizou-se somente as bandas 4 e 8A para o cálculo do NDVI.

² Esri ArcGis. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/about-arcgis/overview>

³ Marca Registrada da empresa Esri.

Posteriormente, foi utilizada a ferramenta *pan-sharpened* com o objetivo de transformar a resolução de 30 m do satélite Landsat-8 para 15m para uma melhor visualização e manipulação dos elementos da imagem.

Finalmente, as imagens foram recortadas a partir da ferramenta *extract to mask* através da malha dos bairros, obtendo-se então as imagens prontas para os próximos procedimentos apresentados nos subtópicos a seguir.

5.4.1 Classificação supervisionada e NDVI

A classificação supervisionada foi aplicada a fim de classificar a cobertura vegetal no perímetro urbano. Sendo classificadas a partir de três tipos de vegetação arbórea (constituída por árvores de grande porte), herbácea (constituída por ervas, gramínea) e arbustiva (constituída por arbustos).

O procedimento da classificação supervisionada ocorreu com a participação do usuário a partir das definições das classes distintas conforme a imagem do Landsat-8. Foram definidas 7 classes determinadas pelas amostras de treinamento, são elas: água, vegetação arbórea, herbácea, arbustiva, área construída, pavimentação e solo. Diante destas 7 classes a classificação supervisionada realiza uma contagem de pixels em cada classe na área de estudo.

Para obtenção do NDVI, foi aplicado o algoritmo proposto por Rouse et al.(1973) que se baseia na diferença da refletância no infravermelho próximo e a refletância no vermelho dividido pela soma dessas duas bandas como mostra a seguinte equação:

$$NDVI = ((ivp - v) / ((ivp + v))) \quad (1)$$

Onde:

ivp = espectro eletromagnético infravermelho;

v = espectro eletromagnético vermelho.

A partir desta equação foram encontrados valores que variam de -1 a 1, sendo que os valores próximos a 1 indicam vegetação mais densa, já os valores próximos a 0 (zero) indicam pouca presença vegetal (ROSENDO, 2005).

A partir da imagem Sentinel-2 foi realizada a classificação do NDVI manualmente em 7 classes, são elas: água, vegetação arbórea, herbácea, arbustiva,

área construída, pavimentação e solo, considerando que os valores negativos agrupam as áreas sem vegetação, representados pelos corpos d'água e áreas de edificações, as outras áreas são definidas pela cobertura vegetal.

5.4.2 Percentual de áreas verdes (PAV)

Para o cálculo do PAV foi realizada a extração da cobertura vegetal de cada bairro a partir da classificação supervisionada. A estimativa do somatório da área total de áreas verdes, foi determinada pelo seguinte cálculo (contagem de pixels x resolução espacial), neste caso a contagem de pixels é determinado pelas três classes (vegetação arbórea, arbustiva e herbácea) já a resolução espacial é determinado pela resolução do satélite LandSat-8 que possui uma resolução de $15 \times 15 = 225\text{m}^2$. Para a estimativa da área total para cada bairro, foi utilizada a ferramenta que calcula a geometria proporcionando a área total daquele polígono em quilômetros quadrados (Km^2). Finalmente, o cálculo do PAV foi realizado pela equação mencionada por Pancher e Ávila (2015):

$$\text{PAV} = (\Sigma \text{AV} / \text{AT}) \quad (2)$$

Onde:

AV= áreas verdes;

AT= área total.

Os resultados de cada cálculo são expressos em porcentagem (%).

5.4.3 Índice de áreas verdes (IAV)

Para o cálculo do IAV, assim como no PAV, inicialmente, foi feito o somatório da área total de áreas verdes para cada bairro. Para a estimativa do nº total de habitantes por bairro, foram utilizados os dados disponíveis no site do IBGE onde constam o nº de habitantes para cada setor censitário. Neste caso, foi necessário o somatório dos habitantes por setor. Diante disso, o cálculo foi realizado pela equação apresentada por Bargas (2010) e adaptada por Bendlin (2018):

$$IAV = (\Sigma AV/HAB) \quad (3)$$

Onde:

AV= áreas verdes;

HAB= nº total de habitantes.

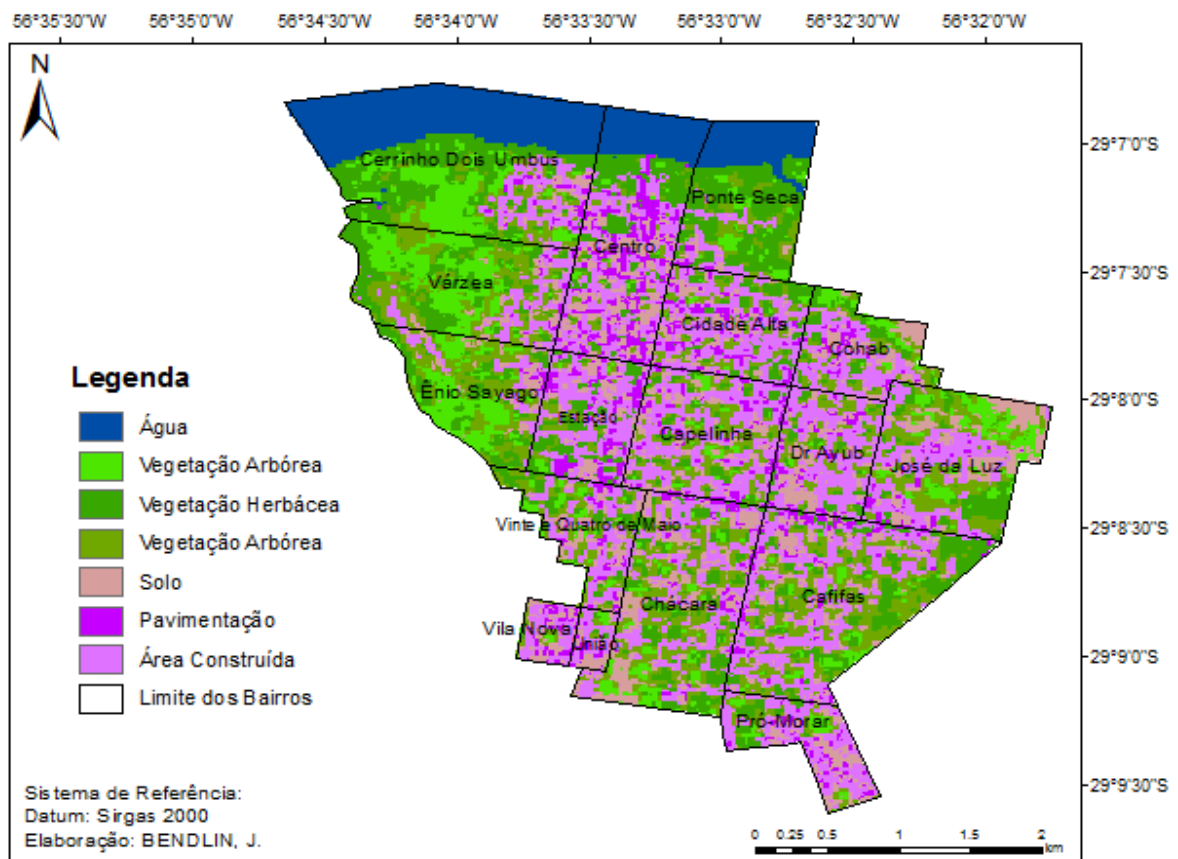
Os resultados de cada cálculo são expressos em metros quadrados por habitantes (m²/hab.).

6 RESULTADOS

6.1 Classificação digital das imagens

A figura 5 apresenta a classificação supervisionada da imagem do satélite Landsat-8.

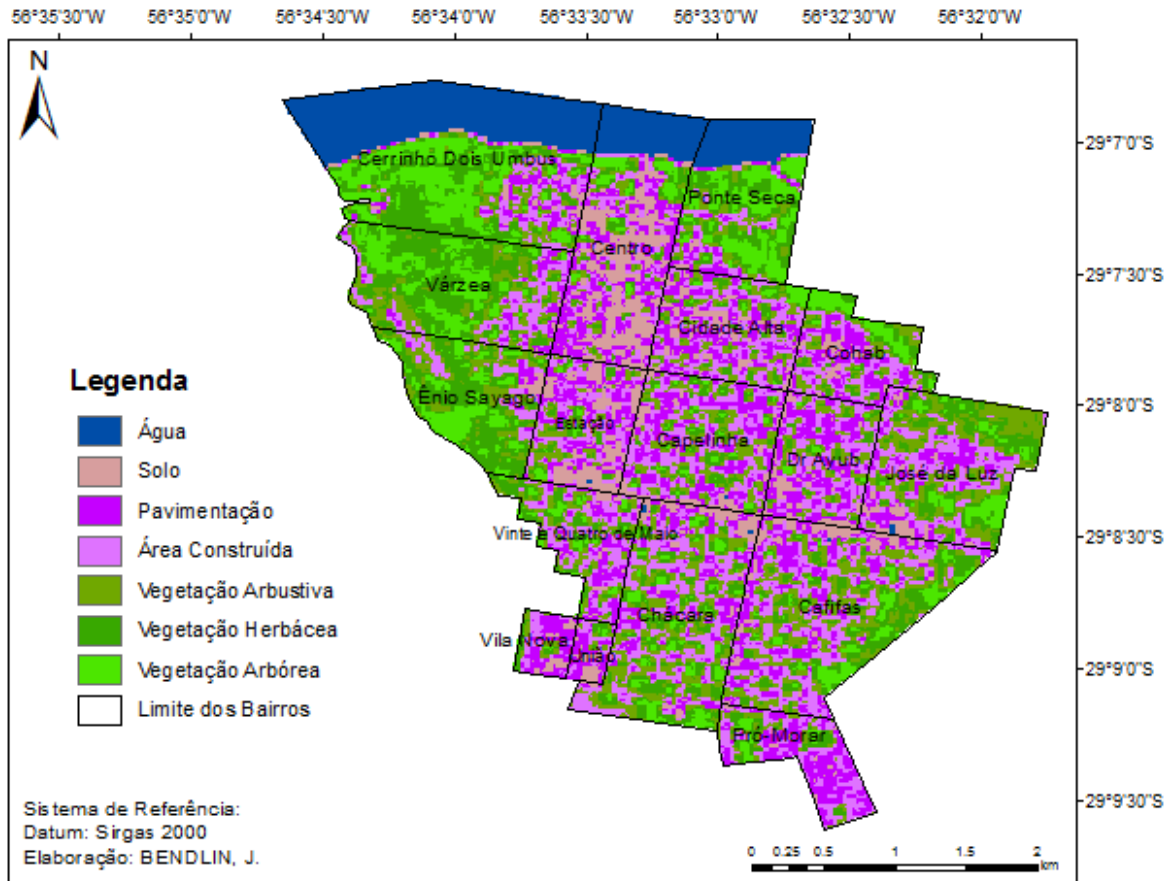
Figura 5: Mapa da classificação supervisionada no perímetro urbano



Fonte: Autor (2018)

A figura 6 apresenta a classificação do NDVI da imagem do satélite Landsat-8.

Figura 6: Mapa da classificação do NDVI no perímetro urbano



Fonte: Autor (2018)

O NDVI obteve uma amplitude entre -0,09 a 0,63. Sendo que os valores mais baixos foram associados às áreas com ausência de vegetação. Já os valores mais altos próximos a 1 representam áreas com maior densidade de cobertura vegetal (Figura 6). Deste modo, as 7 classes foram classificadas nas seguintes amplitudes: água (-0,09 a -0,01), solo (- 0,01 a 0,15), pavimentação (0,15 a 0,23), área construída (0,23 a 0,29), vegetação arbustiva (0,29 a 0,36), vegetação herbácea (0,36 a 0,43) e vegetação arbórea (0,43 a 0,63).

Ambas as imagens classificadas apresentaram uma distribuição espacial da vegetação muito próxima. Indicando que a classificação supervisionada foi satisfatória, tornando possível a quantificação das áreas verdes nos bairros da cidade de Itaquí-Rs.

6.2 Cálculo do PAV

No quadro 2 estão dispostos os valores obtidos em porcentagem (%) pelos cálculos realizados para cada bairro.

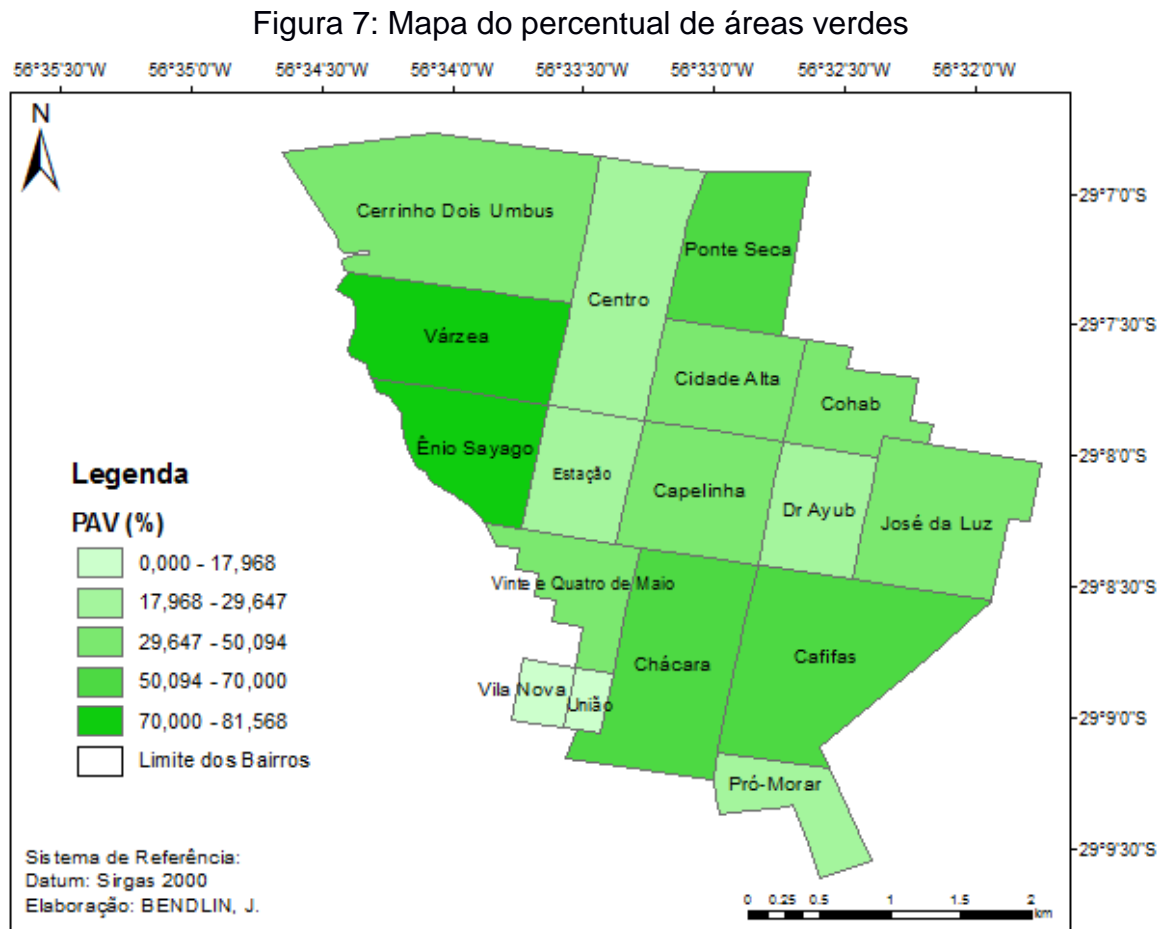
Quadro 2: Percentual de áreas verdes no perímetro urbano de Itaquí

Bairro	Áreas Verdes (Km ²)	Área total (km ²)	PAV (%)
Cafifas	0,724	1,359	53,344
Capelinha	0,286	0,784	36,591
Centro	0,241	1,086	22,251
Cidade Alta	0,211	1,688	32,978
Cohab	0,200	0,476	42,116
Chácara	0,603	1,173	51,406
Doutor Ayub	0,153	0,528	29,062
Estação	0,157	0,532	29,647
Cerrinho Dois Umbus	0,770	1,688	45,626
Ênio Sayago	0,526	0,649	81,159
José da Luz	0,477	0,954	50,094
Ponte Seca	0,461	0,781	59,058
Pró-morar	0,118	0,414	28,586
União	0,015	0,100	15,975
Várzea	0,774	0,950	81,568
Vila Nova	0,025	0,144	17,968
Vinte e Quatro de Maio	0,231	0,478	48,530
Área de Estudo	5,982	12,738	47,000

Fonte: Autor (2018)

A partir dos resultados obtidos, pode-se verificar que o bairro que possui maior PAV é o bairro Várzea com 81,568%, uma porcentagem considerada acima do recomendado, pois de acordo Buccherri Filho e Nucci (2006) o valor mínimo de área recomendada é de 70% de vegetação e solo permeável. Já o bairro com menor PAV é o bairro União com 15,975%. A maioria dos bairros apresentaram valores abaixo do recomendado, demonstrando o avanço da área construída sobre as áreas verdes.

Para uma melhor visualização da distribuição do percentual de áreas verdes, foi criado um mapa coroplético⁴ (Figura 7) sobre os resultados da tabela 2.



Fonte: Autor (2018)

Neste mapa verifica-se a distribuição dos resultados obtidos correlacionados com os menores e maiores percentuais, dando destaque para os maiores percentuais em tons mais escuros para os bairros Várzea e Ênio Sayago assim como os menores percentuais em tons mais claros para os bairros Vila Nova e União (Figura 6).

6.4 Cálculo do IAV

No quadro 3 estão dispostos os valores obtidos em metros quadrados por habitante (m²/hab.) pelos cálculos realizados para cada bairro.

⁴ É um mapa temático que representa uma superfície estatística por meio de áreas simbolizadas com cores.

Quadro 3: Índice de áreas verdes no perímetro urbano de Itaqui

Bairro	Áreas Verdes (m ²)	Habitantes	IAV (m ² /hab.)
Cafifas	724.950	2.627	275,961
Capelinha	286.875	2.944	97,444
Centro	241.650	2.296	105,248
Cidade Alta	211.725	2.456	86,207
Cohab	200.475	2.035	98,514
Chácara	603.000	3.620	166,575
Doutor Ayub	153.450	2.282	67,244
Estação	157.725	1.191	132,431
Cerrinho Dois Umbus	770.175	1.427	539,716
Énio Sayago	526.725	1.163	452,902
José da Luz	477.900	1.801	265,353
Ponte Seca	461.250	800	576,563
Pró-morar	118.350	1.152	102,734
União	15.975	427	37,412
Várzea	774.900	1.451	534,045
Vila Nova	25.875	1.700	15,221
Vinte e Quatro de Maio	231.975	1.740	133,319
Área de Estudo	5.982.975	33.331	179,502

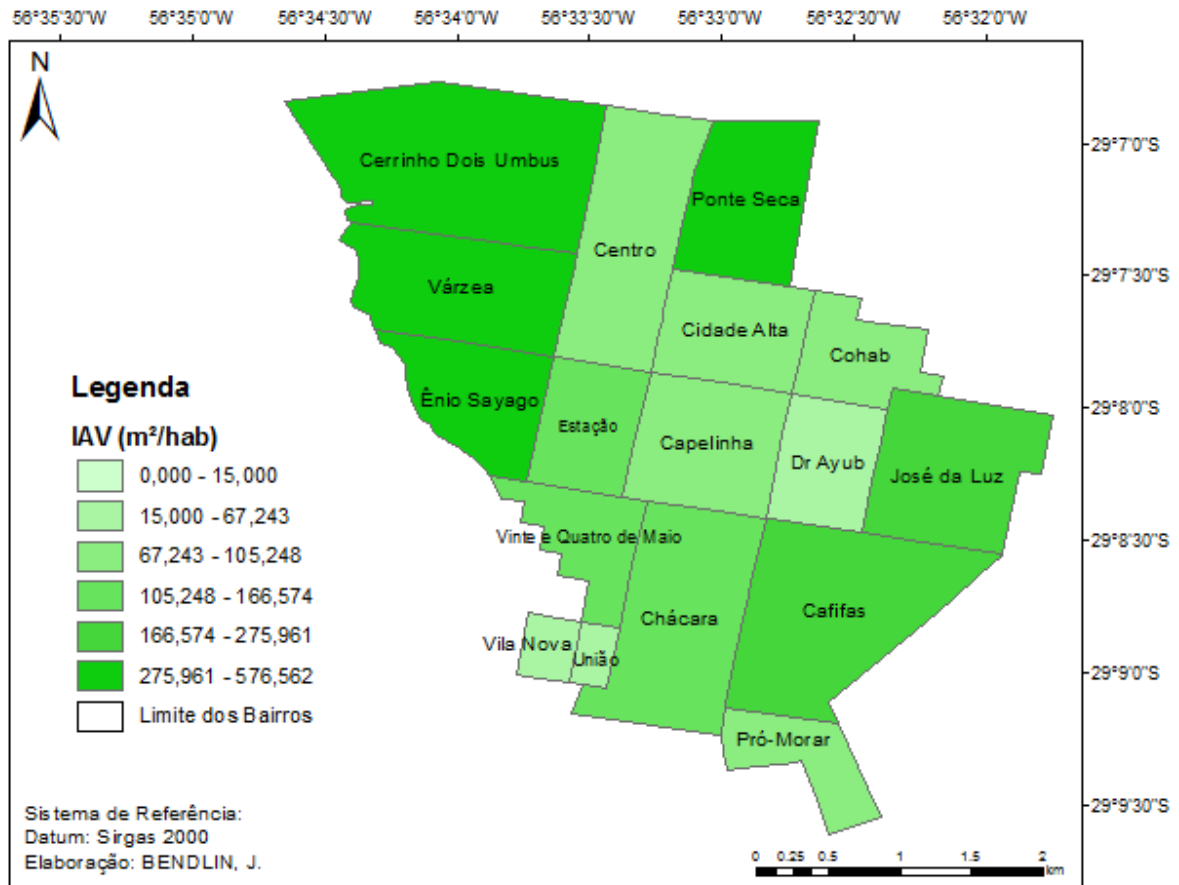
Fonte: Autor (2018)

A partir dos resultados obtidos, pode-se verificar que o bairro que possui maior IAV é o bairro Ponte seca 576,562 m²/hab. De acordo com a ONU⁵ valor recomendado para o IAV é de cerca de 15 m²/hab., deste modo pode-se observar que praticamente todos os bairros se encontram acima do valor indicado, gerando assim de forma geral bons resultados de IAV para o município (Quadro 3). No trabalho realizado por Jesus e Braga (2005) foi obtido um valor de IAV para a área urbana de Instância de Água de São Pedro (SP) em torno de 936,095 m²/habitante, onde ele justifica este alto valor pelo fato do município possuir uma pequena população local a uma pequena extensão da cidade, em Itaqui ocorre a mesmo caso, pois, o IAV é considerado elevado em determinados bairros não só pela quantidade de áreas disponíveis, mas também pela baixa concentração de população nestes bairros.

⁵ Organização intergovernamental criada para promover a organização internacional.

A seguir é apresentado o mapa ilustrando a distribuição dos índices de áreas verdes sobre os resultados do quadro 3.

Figura 8: Mapa do índice de áreas verdes



Fonte: Autor (2018)

Na figura 8 observa-se que os tons mais escuros para os bairros Várzea, Ênio Sayago, Cerrinho Dois Umbus e Ponte Seca demonstrando que tais bairros apresentam maiores valores de IAV, enquanto que os tons mais claros para os bairros Vila Nova e União.

Pela interpretação dos indicadores pôde-se constatar que os bairros que possuem menos valores para ambos os índices de áreas verdes, foram os bairros Vila Nova e União, fato este decorrente do número de habitantes distribuído em uma pequena área quando comparados aos outros bairros.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas verdes assumem um papel muito importante no espaço urbano tanto na qualidade ambiental como também na qualidade de vida da população. E a partir da interpretação da classificação das áreas verdes foi possível identificar a falta de arborização em alguns setores da cidade movida pelo crescente aumento de edificações que acabam extinguindo os focos de áreas verdes nestas áreas.

Em contrapartida o cálculo dos índices se mostrou bastante satisfatórios, obtendo-se resultados acima do estimado recomendado, assim como, a manipulação dos dados associado ao uso de geotecnologia, se tornou uma ferramenta essencial para obtenção dos resultados finais. Por fim podemos destacar a importância desta pesquisa diante dos resultados obtidos, tornando-se os indicadores de áreas verdes relativamente importantes para este tipo de análise no município de Itaquí.

REFERÊNCIAS

ADENIY I, P.O. Digital analysis of multitemporal Landsat data for land-use/land — cover classification in semi-arid arca of Nigeria. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.51, n.11, p.1761-1774, 1985.

ALVAREZ, Ivan André. **Construção de um índice de espaços urbanos** . 2012. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2012/12/13/89699-construcao-de-um-indice-de-espacos-verdes-urbanos.html>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

BARCELLOS C; COUTINHO K; PINA F. M; MAGALHÃES F. A. M. M; PAOLA D. M. C. J; SANTOS M. S. **Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas**. Rio de Janeiro, jul-set 1998. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/csp/1998.v14n3/597-605/pt>> Acesso em: 14 de jun. 2018.

BARGOS, Danubia Capurusso; MATIAS, Lindon Fonseca. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual . Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. **Revista SBAU**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011. Disponível em:<<http://file:///C:/Users/Adm/Downloads/2222-1-6514-1-10-20160223%20.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

BARGOS, Danúbia Caporusso. **Mapeamento e Análise das Áreas Verdes Urbanas como Indicador da Qualidade Ambiental Urbana: estudo de caso de Paulínia-SP** . 2010. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Unicamp, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-São Paulo, 2010. Disponível em: <repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/287752/1/Bargos_DanubiaCaporusso_D.pdf >. Acesso em: 25 nov. 2018.

BEBER, Ariana. **LAZER E RECREAÇÃO NO PARQUE VICTORIO SIQUIEROLLI : POSSIBILIADES E DESAFIO** . 2008. 24 f. Artigo (Graduando)- Faculdade Católica de Uberlândia, Uberlândia, 2008. 1. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigoturismo.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

BERNARDI, H. V. F.; DZEDZEJ, M.; CARVALHO, L. M. T.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Classificação digital do uso do solo comparando os métodos “pixel a pixel” e orientada ao objeto em imagem QuickBird. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5595- 5602.

BUCCHERI FILHO, I. A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto da XV, Curitiba/PR, **Revista do Departamento de Geografia**, nº18, p 48-59, 2006.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, ISBN 85-853-690-27, 1992.

CRUZ, C.B.M. et al. Classificação Orientada a Objetos na Geração do Mapa de Uso e Cobertura da Terra do estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** p. 7789-7796.

FOGIATO, Sônia. **Geotecnologias aplicadas a área ambiental: estudo de caso nas microbacias hidrográficas da sanga de Taquara e do Arroio Inhamanda no município de São Pedro do Sul-Rs**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria, Uni, SM, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/9487/SONIAFOGIATO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

FREIRE, Neison (Org.). **Introdução a Gestão Ambiental** . 1. ed. Recife: [s.n.], 2009. 46 p. v. 1. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/images/stories/cieg/artigos/Ferramentas_Gestao_NEISON.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018.

GARMIN – **MANUAL DO PROPRIETÁRIO**. Garmin Ltd. Europa, 2005. Disponível em:<http://voalivre.dominiotemporario.com/doc/GARMIN_76_MANUAL_EM_PORTUGUES.pdf> Acesso em: 30 de outubro de 2018.

GRIGIO M. L. **Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informações na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guimarães (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera**. Dissertação de mestrado. Rio Grande do Norte: UFRN, 2003. Disponível em:<<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/18766/1/AlfredoMG>>. Acesso em: 14 de jun. 2018.

HENKE-OLIVEIRA. **Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. Dissertação de mestrado. São Paulo: UFSCar, 1996. p. 50-52.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/itaqui/panorama>> Acesso em: 16 abril de 2018.

JESUS, S. C. & BRAGA, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de Águas de São Pedro – SP. **Revista Caminhos da Geografia** 18 (16) 207 – 224. 2005.

LIMA, Valéria; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA A QUALIDADE AMBIENTAL DAS CIDADES. **Revista Formação** , [S.l.], 20 out. 2006. 13, p. 139-165. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/%20viewFile/%20835/849>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 204-214, 2013.

LONGLEY A. P; GOODCHILD F.M; MAGUIRE J. D; RHIND W. D. **Sistema e ciência da informação geográfica**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2013.

LIMA, A. M. L. P. et al. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994. São Luiz/MA. **Anais...** São Luiz: Imprensa EMATER/MA, 1994. p. 539 553.

LUCCON, Thiago Nogueira; FILHO, José Francisco Prado; SOBREIRA, Frederico Garcia. Índice e percentual de áreas verdes para o perímetro urbano de ouro preto – mg . Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. **Revista SBAU**, Piracicaba, v. 8, n. 3, p. 63-78, 2013.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2ª ed. Viçosa, UFV, 2003. 307p.

MENEZES, P.R; DE ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens**. UnB, Brasília , 2012. Disponível em:
< <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8> >
Acesso em: 19 de maio de 2018.

MOREIRA, M. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2001. 241p.

MELONI, Raphael Belo da Silva. **Classificação de Imagens de sensoriamento remoto usando SVM** . 2009. 12 f. Dissertação (Mestrado)- Pontifca Universidade Católica do Rio, [S.I.], 2009. 1. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/31439/31439_1.PDF>. Acesso em: 16 nov. 2018.

PANCHER, Andréia Medinilha; ÁVILA, Marcelo Rodrigues de. **O uso de geotecnologias na determinação do percentual de áreas verdes urbanas no município de americana-sp** . 2012. 12 f. Artigo (Graduando), Universidade Estadual Paulista, [S.I.], 2012. 2. Disponível em:
<<http://file:///C:/Users/Adm/Downloads/2222-1-6514-1-10-20160223%20.pdf>>.
Acesso em: 25 nov. 2018.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica**. Uberlândia: EDUFU, 1996. 104 p.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W., **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium**, 3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v.1, Sec.A, p. 309- 317. Citado por: PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. p.144. São José dos Campos - SP: Editora Parêntese, 2009.

ROSENDO, J. S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do rio Araguari -MG - utilizando dados do sensor Modis**. 2005. 130 p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005.

SILVA B. A. **Sistema de informações geo-referenciadas**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2003.

TOLEDO, F.S; SANTOS, D.G. Espaços Livres de Construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v3, n1, p. 73-91, mar. 2008.