



**ARTHUR JOSE MOINO PEREIRA**

**QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES PARTICULARES POR MEIO  
DE SEGMENTAÇÃO**

**INCONFIDENTES – MG**

**2015**

**ARTHUR JOSE MOINO PEREIRA**

**QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES PARTICULARES POR MEIO  
DE SEGMENTAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como pré requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental

Orientador: Mosar Faria Botelho

Co-Orientador: Ângelo M. S. Oliveira

**INCONFIDENTES-MG  
2015**

**ARTHUR JOSE MOINO PEREIRA**

**QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES PARTICULARES POR MEIO  
DE SEGMENTAÇÃO**

**Data de aprovação: \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_**

---

**Orientador: Prof. Dr. Mosar Faria Botelho**

---

**Membro 1: Prof. Dr. Angelo Marcos Santos Oliveira**

---

**Membro 2: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Lilian Vilela Andrade Pinto**

*Aos meus pais Americo Pereira Netto e Ana Maria  
Fraccaroli Moino Pereira*

*Á minha namorada Olivia Stephen Simões e aos nossos  
filhos Atila e Cecilia*

*Por todo amor, carinho, compreensão, incentivo e auxílio.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço aos meus pais, Americo e Ana, pela confiança e pelo amparo nas horas mais difíceis.*

*Agradeço a minha namorada Olivia pelo incentivo, ajuda e companhia nas noites viradas.*

*Agradeço ao professor Mosar Faria Botelho pela orientação e auxílio na estruturação deste trabalho.*

*Agradeço á professora Lilian Vilela Andrade Pinto pela assistência em muitos momentos durante estes quatro anos de curso.*

*Agradeço ao professor Angelo Marcos Santos Oliveira pelo apoio neste trabalho.*

*Agradeço aos meus amigos: Allison Felipe (Marboro), Eder Luiz (Jesus), Guilherme Faustino (Bigzera), Henrique de Oliveira (Kiki), Fernando (Fernandão).*

*Agradeço aos meus amigos: Noberto Negreiros (Raville), Matheus Augusto (Pathews) e Gustavo Audi (Laus).*

*Agradeço aos meus amigos: Lucas Godoi (Lucão), Caio Guerreiro, Rafael (Negão), Marina Dantas, Carlos Henrique (Filhão), Leticia de Alcântara, Valéria Pimentel, Tayrine Parreira Brito, Mikaela Pádua, Ellen Bonatti, Fernanda Rodrigues, Rita Messias (Ritinha).*

*Agradeço aos meus amigos: Brenno, Marcio, Kassy, Arthur Dantas e Rafael.*

*Agradeço a todos os professores que fizeram parte desta jornada, em especial: Selma Gouvêa Barros, Joyce Silvestre, Sindynara Ferreira, Lucia Ferreira e Eder Clementino.*

*Agradeço a todos da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente do município de Itapira: Anderson, José Alair, Fábio, Edno, Robertinho, Helena, Selma, Paulo, Pêrsio e João.*

*Agradeço a todos da Secretaria de Planejamento Urbano do município de Itapira, em especial ao Henrique, pelas imagens fornecidas.*

*Agradeço a todos do Setor de Registros Acadêmicos, em especial à Laodiceia.*

*Agradeço ao Instituto Federal do Sul de Minas Gerais pela oportunidade.*

*Agradeço ao município e a todos os moradores de Inconfidentes.*

*Agradeço a todos os colegas de curso que passaram pela minha vida nestes quatro anos.*

*Agradeço a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, sinto muito se faltou alguém, eterna gratidão a todos.*

## RESUMO

Nos dias de hoje o processamento digital de imagens aparece como um importante meio de se identificar áreas de maneira acurada, sendo assim o trabalho utilizou-se do método de segmentação de imagens para um diagnóstico de áreas verdes e de cobertura vegetal nos bairros São Benedito e Jardim Ivete do município de Itapira, SP, demonstrando a importância da vegetação na geração de conforto ambiental. Foram utilizadas duas fotos aéreas digitais para este fim, sendo segmentadas para homogeneizar as áreas de mesma característica e então foram fotointerpretadas e classificadas mediante a necessidade de cada índice, servindo para identificação de indicadores de áreas verdes, cobertura vegetal arbórea, além da proposição de uma nova divisão de áreas verdes, ou seja a inclusão das áreas verdes particulares. Os resultados obtidos no bairro São Benedito foram considerados abaixo dos padrões estabelecidos, demonstrando a necessidade de maior quantidade de vegetação neste bairro, já no bairro Jardim Ivete os padrões foram pouco melhores, mas ainda abaixo da legislação municipal que requer 10% de áreas verdes. Os novos indicadores indicam uma possibilidade de solução deste problema, demonstrando que não são apenas as áreas verdes públicas que contribuem para o conforto ambiental, mas também as áreas verdes particulares.

Palavras-chave: Conforto ambiental; processamento digital de imagens, índice de vegetação.

## **ABSTRACT**

Nowadays digital image processing shows up with important means of identifying areas with accuracy, for that this work used an image segmentation method to identify green areas and tree canopy in the neighborhoods of São Benedito and Jardim Ivete in the city of Itapira, SP, showing the importance of vegetation to the environmental comfort. Two digital aerial photos were used for this purpose, being segmented to homogenize the areas with the same features and then they were photo interpreted or classified, serving to identify indicators of green areas, tree canopy and proposing a new mean of division for green areas, the private green areas. The results obtained in São Benedito were considered below the standards, showing the need for great amount of vegetation on this neighborhood, the standards on Jardim Ivete were slightly better, but still below the legally established parameters, which requires 10% of public urban green areas. The new indicators show a possible solution for this problem and demonstrate that the public green areas are not the only ones contributing to the environmental comfort, but also the private green areas.

**Keywords:** Environmental comfort, digital image processing, vegetation index.



## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1. Áreas Verdes Urbanas .....	3
2.2. Conforto Ambiental .....	4
2.3. Indicadores .....	6
2.3.1. Índice de Cobertura Vegetal (ICV) .....	6
2.3.2. Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVH).....	6
2.3.3. Índice de Áreas Verdes (IAV) .....	7
2.3.4. Percentual de Áreas Verdes Totais (PAV) .....	7
2.4. Legislação Vigente .....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1. Área de estudo .....	9
3.2. Material .....	11
3.3. Metodologia .....	13
3.3.1. Segmentação .....	13
3.3.2. Fotointerpretação .....	14
3.3.3. Classificação .....	15
3.3.4. Índices de Cobertura Vegetal .....	16
3.3.5. Índice de Áreas Verdes .....	17
3.3.6. Áreas Verdes Particulares.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
4.1. Segmentação .....	18
4.2. Fotointerpretação .....	19
4.3. Classificação .....	21
4.4. Índices .....	25
4.4.1. Índice de Cobertura Vegetal e Índice de Cobertura Vegetal por Habitante .....	25
4.4.2. Índice de Áreas Verdes e Percentual de Áreas Verdes.....	26
4.4.3. Áreas Verdes Particulares.....	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	29
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31

## **1. INTRODUÇÃO**

A partir do momento que o homem deixa de ser nômade, tornando-se sedentário começa um conflito com o ambiente a sua volta, uma vez que a agricultura, principal característica do sedentarismo exige expansão territorial e domínio sobre natureza. Com isso surgem agrupamentos de pessoas, formando pequenas comunidades, que se tornam pequenos vilarejos e assim sucessivamente até as cidades contemporâneas, aumentando cada vez mais a escala deste conflito.

No Brasil, o êxodo rural contribuiu para este acúmulo de indivíduos nas cidades, sobrecarregando mais o ambiente. Em 1950 as políticas de industrialização criaram um poderoso e diversificado mercado urbano de trabalho, atraindo a população rural a migrar para as cidades. No Sudeste de 1960 a 1970, 43,2% da população rural migrou para as cidades, já de 1970 a 1980, 40,3% da população rural migrou para as cidades. (Alves, Souza & Marra, 2011).

Tucci (2008) tem um ponto de vista interessante sobre a interação entre a cidade e a população:

“Após o êxodo rural ocorreu uma aceleração do desenvolvimento urbano no século XX, ocorrendo aglomeração da população num espaço reduzido, produzindo uma grande concorrência por recursos vitais para a sobrevivência do ser humano, principalmente água e solo. A população em conjunto com o ambiente urbano pode ser considerada um ser vivo, que precisa de cuidados e administração, caso isto falhe, pode levar a cidade ao caos. “

Se a vida está concentrada na cidade, qualquer melhoria da qualidade ambiental neste espaço trará benefícios para o bem estar e para a saúde da população. Sendo assim áreas verdes constituem um importante meio de se desenvolver um ambiente urbano mais saudável para todos os seus habitantes. (Londe & Mendes, 2014)

As áreas verdes urbanas são utilizadas como meio de geração de conforto ambiental para a população local, porém não são as únicas, existe também a cobertura vegetal urbana, que contribui para este conforto. A cobertura vegetal acaba sendo desconsiderada pela legislação, que atribui toda a responsabilidade de conforto ambiental às áreas verdes.

Sendo realizada a comparação entre as áreas verdes e a cobertura vegetal, encontra-se o quanto de cobertura vegetal que é desconsiderado, sendo este número definido como área verde particular.

Este trabalho tem como objetivo a análise de uma imagem aérea, identificando diversos índices de vegetação, fazendo um comparativo e definindo parâmetros para estes índices auxiliando órgãos públicos gestores do meio ambiente a ter um melhor entendimento do meio urbano e contribuindo para o conforto ambiental de milhares de habitantes. Como objetivos específicos pode-se citar i) Avaliação dos índices de cobertura vegetal (ICV) , de cobertura vegetal por habitante (ICVH), de áreas verdes (IAV), percentual de áreas verdes (PAV), de áreas verdes particulares (AVP), de áreas verdes particulares por habitante(AVPH) e de percentual de área verde particular(PAVP) ii) Comparação destes índices demonstrando sua relação; iii) Definição de parâmetros para estes índices.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. ÁREAS VERDES URBANAS**

Diversos pesquisadores consideram a vegetação como um indicador de qualidade ambiental urbana, embora existam muitas divergências entre os que estudam o tema, uma vez que os termos como áreas verdes e cobertura vegetal são muito vagos, sendo geralmente utilizados como sinônimos de áreas verdes, quando na realidade não o são necessariamente. (Bargos & Matias, 2011)

“A capacidade de as pessoas perceberem se determinado ambiente é capaz de fornecer alimento e abrigo, necessários à vida, desenvolveu-se numa resposta imediata ao ambiente, a qual é considerada atávica. Pessoas de diferentes culturas, de diferentes estratos econômicos e de diferentes etnias têm preferência por paisagens semelhantes: em geral elas selecionam lugares com vegetação em vez de paisagens sem vegetação, optando por campos com árvores e com pouca vegetação no sub-bosque. O local preferido pelas pessoas fica imediatamente sob o abrigo das árvores, na porção mais externa do bosque, de modo que permita observar o que se aproxima por fora” (Lewis, 1995 apud Nicodemo & Primavesi, 2009).

“A cidade de Hamburgo na Alemanha dá a seguinte definição: “áreas verdes e de recreação pública são áreas que servem à saúde e recreação da população, as quais são mantidas pela Cidade de Hamburgo e reconhecidas como áreas verdes pelo Senado, através dos órgãos públicos competentes. Dentro deste conceito incluem-se: áreas com vegetação fazendo partes de equipamentos urbanos, parques,

jardins, cemitérios existentes, áreas de “pequenos jardins”, alamedas, bosques, praças de esporte, “*play-grounds*”, “*play-lots*”, balneários, “*camping*” e margens de rios e lagos.” (Geiser *et al.*, 1975 apud Cavalheiro & Del Picchia, 1992).

Considera-se que os espaços livres (áreas verdes) desempenham basicamente um papel ecológico, servindo como integrador de espaços diferentes, tendo um enfoque estético e natural, ofertando áreas de lazer ao ar livre. (Cavalheiro & Del Picchia, 1992)

Para o trabalho desenvolvido considera-se a definição do novo código florestal do Brasil (Lei nº 12.651, 2012) que define área verde urbana como:

“[...]espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e no Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens ou manifestações culturais.”

Segundo Nucci (2008) apud Benini & Martin (2010) a identificação de uma área verde deve existir a predominância de áreas com vegetação, devendo cumprir três funções primordiais (estética, ecológica e lazer), apresentando uma cobertura vegetal e solo permeável que deve ocupar 70% da área ou mais.

## 2.2.CONFORTO AMBIENTAL

Para ter uma estimativa dos benefícios, deve-se estudar a relação entre a estrutura da floresta urbana (arranjos entre árvores e outros componentes, como edifícios) e os processos ecológicos. Devendo-se relacionar as mudanças causadas por esta estrutura urbana com os processos ecológicos, pois estas podem alterar a qualidade ambiental, causando problemas para a comunidade urbana. (Nicodemo & Primavesi, 2009)

“O conforto ambiental esta relacionado à qualidade de vida das pessoas. A preocupação com essa qualidade tem se manifestado fortemente nos últimos anos, com o crescimento da consciência ambiental. Conforto ambiental significa sensação de bem-estar, relacionada aos fatores ambientais (temperatura ambiente, umidade relativa, velocidade do ar, níveis de iluminação, níveis de ruído entre outros) e a funcionalidade, levando-se sempre em consideração que as sensações variam de pessoa para pessoa. Assim, as condições ambientais de conforto são aquelas que propiciam bem-estar ao maior número possível de pessoas.” (Bartholomei, 2003).

**Quadro 1 Arborização Urbana e suas implicações (Adaptado de Oliveira, 1996).**

Funções	Implicações	Implicações Sociais
Interceptação, absorção e reflexão de radiação luminosa	Manutenção do equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos	Conforto térmico
Fotossíntese, produção primária líquida	Manutenção das altas taxas de evapotranspiração	Conforto lúmnico
Fluxo de energia	Manutenção do micro clima	Conforto sonoro
	Manutenção da Fauna	Manutenção de biomassa com possibilidade de integração da comunidade local
Biofiltração	Eliminação de materiais tóxicos particulados e gasosos e sua incorporação nos ciclos biogeoquímicos	Melhoria na qualidade do ar e da água de escoamento superficial
Contenção do processo erosivo	Economia de nutrientes e solos	Prevenção de deslizamentos, voçorocas, ravinamento e perda de solo
	Favorecimento do processo sucessional	Preservação dos recursos hídricos para abastecimento e recreação
Infiltração de água pluvial	Redução do escoamento superficial	Prevenção de inundações
	Recarga de aquífero	
	Diminuição na amplitude das hidrógrafas	
Movimentos de massas de ar	Manutenção do clima	Conforto térmico e difusão de gases tóxicos e material particulado do ar
Fluxo de organismos entre fragmentos rurais e o meio urbano	Manutenção da diversidade genética	Aumenta da riqueza da flora e da fauna
		Realce na biofilia
Atenuação sonora	Aspectos etológicos da fauna	Conforto acústico

De acordo com Abreu (2008) as principais alterações climáticas nas cidades são causadas pela ausência de cobertura vegetal, sendo elas: maior incidência de radiação solar direta, aumento da temperatura do ar, redução da umidade, modificação na direção dos ventos, alteração dos ciclos de precipitação. Estas alterações causam um desconforto térmico muito grande à população, que para combater este calor aumenta o gasto com energia elétrica.

Feiber (2004) realizou um questionário em Curitiba, com foco no conforto visual trazido por uma área verde e os diversos aspectos observados. O principal resultado foi que a sensação transmitida pelo visual do parque é de tranquilidade, calma, relaxamento.

“A vegetação urbana desempenha funções muito importantes nas cidades. As árvores, por suas características naturais, proporcionam muitas vantagens ao homem que vive na cidade, sob vários aspectos: proporcionam bem estar psicológico ao homem; proporcionam melhor efeito estético; proporcionam sombra para os pedestres e veículos; protegem e direcionam o vento; amortecem o som, amenizando a poluição sonora; reduzem o impacto da água de chuva e seu escoamento superficial; auxiliam na diminuição da temperatura, pois, absorvem os raios solares e refrescam o ambiente pela grande quantidade de água transpirada pelas folhas; melhoram a qualidade do ar; preservam a fauna silvestre.” (Pivetta & Silva Filho, 2002).

Pode-se considerar então que conforto ambiental gerado pela cobertura vegetal é qualquer atributo benéfico para a melhoria da qualidade de vida nas proximidades da mesma como demonstrado no quadro 1.

## 2.3.INDICADORES

### 2.3.1. Índice de Cobertura Vegetal (ICV)

Define-se o índice de cobertura vegetal como sendo a somatória de toda a área de cobertura vegetal arbórea em metros quadrados que se encontra num determinado local, dividido pela área total do mesmo. O resultado é transformado em porcentagem.

No município de Birigui segundo Gomes & Queiroz (2011), encontrou-se 7,75% de ICV, representando 3.812.758,21 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal arbórea.

De acordo com Buccheri Filho & Nucci (2006), em Curitiba, no bairro Alto da XV foi encontrado o ICV de 16,85%, ou seja, 219.158,92 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal.

### 2.3.2. Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVH)

O índice de cobertura vegetal por habitante é definido como a área de cobertura vegetal arbórea em metros quadrados, dividida pela população da área de estudo, fornecendo um resultado de quantos metros quadrados de área existe per capita.

No município de Birigui segundo Gomes & Queiroz (2011), foi encontrado um ICVH de 36 m<sup>2</sup>/hab, uma vez que o município contém 3.812.758,21 m<sup>2</sup>, sendo dividido pela população de 105.481.

Na cidade de Curitiba, no bairro Alto da XV, de acordo Buccheri Filho & Nucci (2006), ocorreu o ICVH de 25,24 m<sup>2</sup>/hab, o bairro apresenta 8.683 habitantes e contém 219.158,92 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal.

### 2.3.3. Índice de Áreas Verdes (IAV)

O índice de áreas verdes é definido como a soma de todas as áreas verdes em metros quadrados, divididos pela população da área de estudo, fornecendo um resultado de metros quadrados per capita destas áreas.

Oliveira (1996) sugere a utilização do índice de áreas verdes como indicador que dependa da demografia e evidencia que o mesmo seja utilizado mais como um indicador de qualidade de vida do que de qualidade ambiental. No seu estudo sobre o município de São Carlos, encontrou-se o IAV médio de 2,65 m<sup>2</sup>/hab.

Harder, Ribeiro & Tavares (2006) utilizaram esse índice no município de Vinhedo, SP, considerando-o o somatório das áreas de todas as praças em m<sup>2</sup> dividido pelo número de habitantes da área urbana. Constatou-se que o município continha 101.360m<sup>2</sup> de áreas verdes, que divididos pelos habitantes da área urbana resultou em um IAV de 2,19m<sup>2</sup>/hab.

Duarte & Ziantonio Filho (2010) utilizaram este método de forma semelhante, tendo o somatório total de áreas verdes, dividido pelo número total de habitantes de acordo com o CENSO de 2007, utilizando o software Statgraphics. O IAV do município de Timburi, SP foi de 32,57m<sup>2</sup>/hab.

### 2.3.4. Percentual de Áreas Verdes Totais (PAV)

Define-se o percentual de áreas verdes como sendo a somatória de todas as áreas verdes que se encontram num determinado local, dividido pela área total do mesmo. O resultado é transformado em porcentagem.

Oliveira (1996) sugere a utilização do percentual de áreas verdes como indicador que não dependa da demografia. No seu estudo sobre o PAV de São Carlos, encontrou-se a média de 2,46%.

## 2.4.LEGISLAÇÃO VIGENTE



O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257, 2001) propõe diretrizes para a preservação e ocupação das áreas verdes municipais, instituindo a obrigatoriedade do plano diretor, importante ferramenta do gerenciamento urbano.

De acordo com o plano diretor do município de Itapira, SP (Lei nº 3.995, 2006): Deve-se destinar no mínimo 35% da área urbanizada para áreas públicas de lazer, uso institucional e para o sistema viário, sendo no mínimo 10% de áreas verdes e de lazer e 5% de uso institucional. Qualquer condomínio maior que 10.000m<sup>2</sup> deve transformar 15% deste terreno em área verde, tendo acesso irrestrito ao público, sendo de uso comum do povo.

A lei orgânica do município de Itapira exige que sejam definidos espaços territoriais a serem especialmente protegidos, sendo qualquer alteração ou supressão permitida somente através de lei.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1.ÁREA DE ESTUDO

O município de Itapira encontra-se localizado no estado de São Paulo, na região centro-leste, latitude 22° 26' 22" S e longitude 46° 49' 18" W. Tem uma população de 72.514 habitantes como demonstrado na Tabela 1. Contém 518.400.000 m<sup>2</sup> de área, sendo 58.042 m de perímetro urbano. Está próximo do circuito das águas paulista e do polo das malhas do Sul de Minas Gerais como demonstrado na figura 1, ficando a 159 km da capital, São Paulo. A cidade está integrada na região administrativa de Campinas, estando a 70 km da mesma.



Figura 1 Arredores do município de Itapira (Google Maps, 2015)

**Tabela 1 População dos bairros da área de estudo. (IBGE, 2010)**

BAIRROS	POPULAÇÃO (HAB)
São Benedito	1.455
Jardim Ivete	870
TOTAL BAIRROS	2.325
TOTAL MUNICIPIO	72.514

A área de estudo foi definida como o bairro São Benedito (Figura 2) e o Jardim Ivete (Figura 3), que em conjunto contêm 2.325 habitantes de acordo com o CENSO de 2010. Estes dois bairros podem ser considerados contíguos, uma vez que se encontram separados apenas pelo Ribeirão da Penha. Na margem esquerda pode-se observar a predominância de áreas residenciais (São Benedito) e na direita de áreas industriais (Jardim Ivete)



**Figura 2 Delimitação do bairro São Benedito**





**Figura 3** Delimitação do bairro Jardim Ivete

### 3.2.MATERIAL

Foram obtidas duas fotos aéreas digitais da área de estudo datada do ano de 2014 (Figura 4), cedidas pela Secretaria de Planejamento Urbano do município de Itapira, ambas georreferenciadas. Também foi disponibilizado um mapa analógico do município, com demarcação dos bairros e praças a serem identificados.

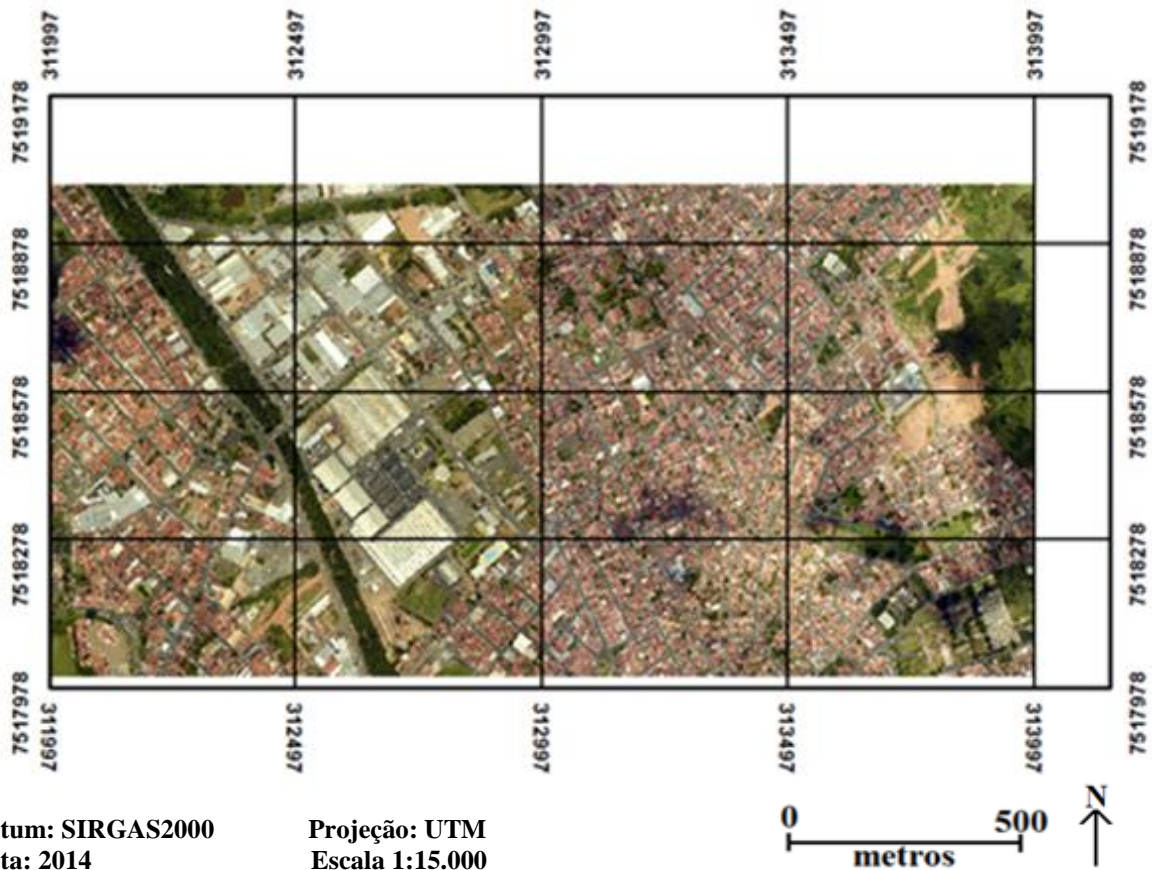


Figura 4 Mosaico de duas fotos aéreas do município de Itapira

Para o desenvolvimento e processamento do trabalho foi utilizado um computador com as configurações listadas na tabela 2.

Tabela 2 Configurações do Equipamento

COMPONENTE	DESCRIÇÃO
Placa Mãe	Asus P5LD2-X/1333
Processador	Intel Core 2 Duo E4500 2.200 MHz
Memória	4096 MB (2x 2048 DDR2-SDRAM)
Vídeo	AMD Radeon HD 5770
HD	SAMSUNG HD103SI (1000GB)
Sistema Operacional	Windows 7

### 3.3.METODOLOGIA

A metodologia ocorreu de acordo com o fluxograma representado na figura 5.

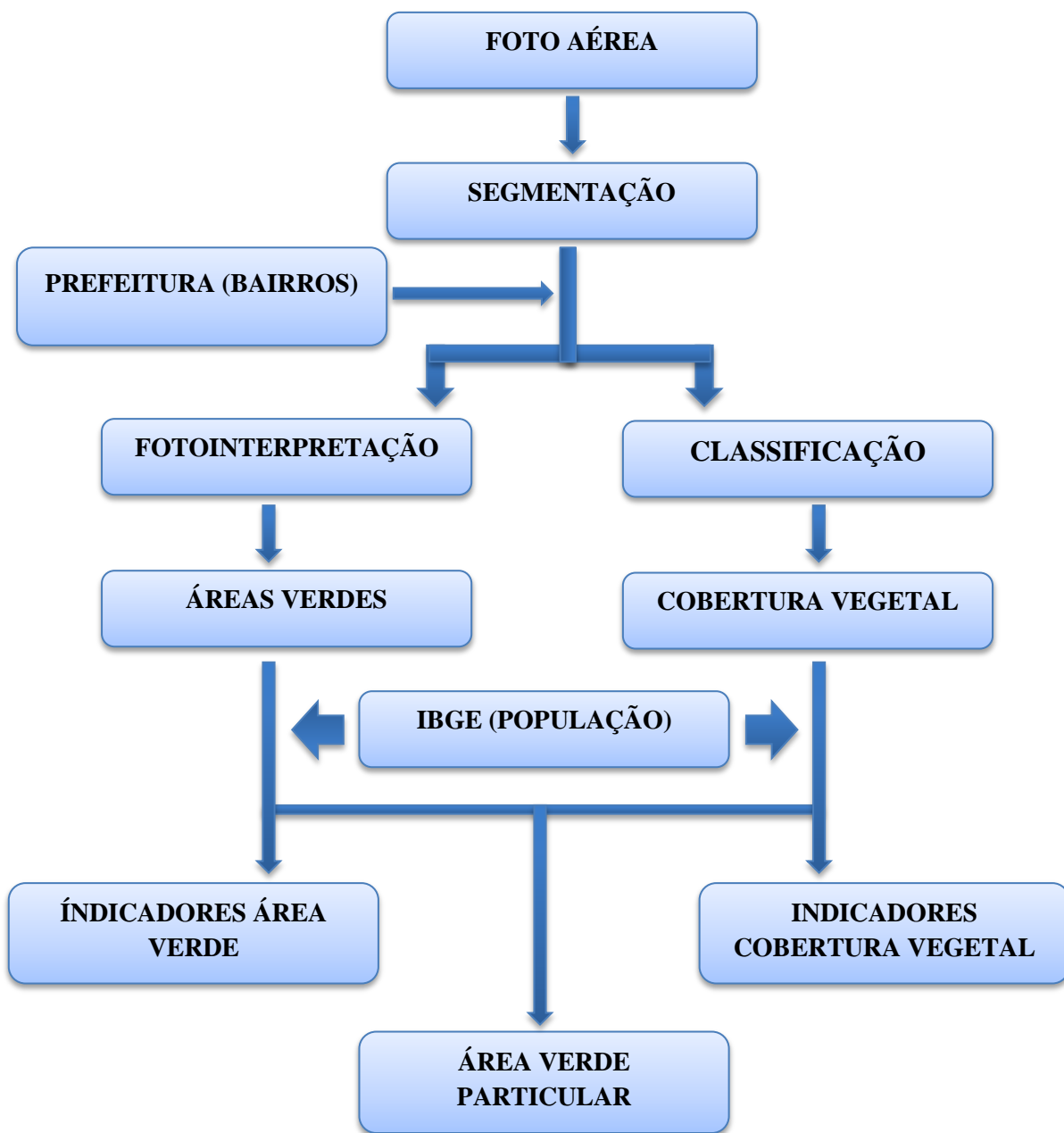


Figura 5 Fluxograma Metodológico

#### 3.3.1. Segmentação

A segmentação serviu para a agregação de informação espacial em objetos, tendo como objetivo a junção de grupos similares. O algoritmo da segmentação gera diversos



segmentos vizinhos que possuem o mesmo valor digital, utilizando o algoritmo de crescimento de regiões para reduzir o número de segmentos da imagem.

De acordo com Botelho (2007) e ECOGNITION (2014), este algoritmo visa juntar objetos similares que estejam espectralmente próximos, baseando-se no cálculo do grau de diferença da heterogeneidade de duas regiões, de acordo com a equação a seguir:

$$F = w * H_e + 1(1 - w) * h_{forma} \quad (1)$$

Onde:

F= critério de fusão

w= peso dado a variável (cor)

H<sub>e</sub>= heterogeneidade espectral

h<sub>forma</sub>= heterogeneidade espacial

O peso de w é caracterizado por critérios de semelhança escolhidos pelo usuário, sendo o peso maior definido pela variável espectral. A descrição de heterogeneidade espectral (H<sub>e</sub>) é composta pela somas dos desvios padrão dos valores digitais de uma respectiva banda, de acordo com a equação a seguir :

$$H_e = \sum wc * \sigma c \quad (2)$$

Onde:

σ= ∑ dos desvios padrão dos valores digitais

c= banda

Deve-se atentar não somente para a heterogeneidade espectral, mas também a heterogeneidade espacial, que consiste num desvio de forma concentrada demonstrado por:

$$hf_{cp} = \frac{P}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Onde:

P = pixels que compõem o perímetro do objeto

n = pixels que compõem a área de objeto.

### 3.3.2. Fotointerpretação

Procurou-se identificar e delimitar nas duas fotos aéreas os dois bairros estudados e suas respectivas áreas verdes, de acordo com informações disponíveis no mapa do município. Foi utilizada técnica de interpretação visando identificar e separar por tonalidade, cor, forma, tamanho, padrão, textura, associação e sombra.

### 3.3.3. Classificação

Primeiro faz-se uma amostragem ou treinamento das classes espectrais, procurando identificar possíveis segmentos ou pixels que correspondam ao objeto de estudo, neste caso a cobertura vegetal, dividindo-a em gramíneas e arbóreas, após isso, as classes desconhecidas são associadas ao treinamento que mais se pareça com elas, definindo desta maneira a imagem por completo. A amostragem foi feita a partir de segmentos, sendo dividido em nove classes: copa de árvores, gramíneas, água, asfalto, solo exposto, paralelepípedo, piscina, telhado claro e telhado escuro, com o objetivo de identificar a cobertura vegetal da imagem e separá-la do restante.

Este tipo de classificação facilita a identificação de informações dos segmentos, uma vez que segue o que foi selecionado por quem está amostrando, sendo assim os resultados também podem variar, dependendo da técnica e habilidade das amostragens.

A classificação por vizinho mais próximo pode ser resumida a dois passos o primeiro é treinar o sistema, com amostragens dos objetos determinados e o segundo é o de classificar os objetos restantes, baseado nos seus vizinhos mais próximos. Todos os valores são determinados entre um e zero, quanto mais próximo um objeto estiver localizado de uma amostra, maior será sua associação com aquela classe, tendo um valor de 1 se for idêntico a amostra, existindo uma dependência da lógica difusa (fuzzy).

$$d = \sqrt{\sum_f \left( \frac{v_f(s) - v_f(o)}{\sigma_f} \right)^2} \quad (4)$$

Onde:

d= distancia entre a amostra e o objeto a ser classificado

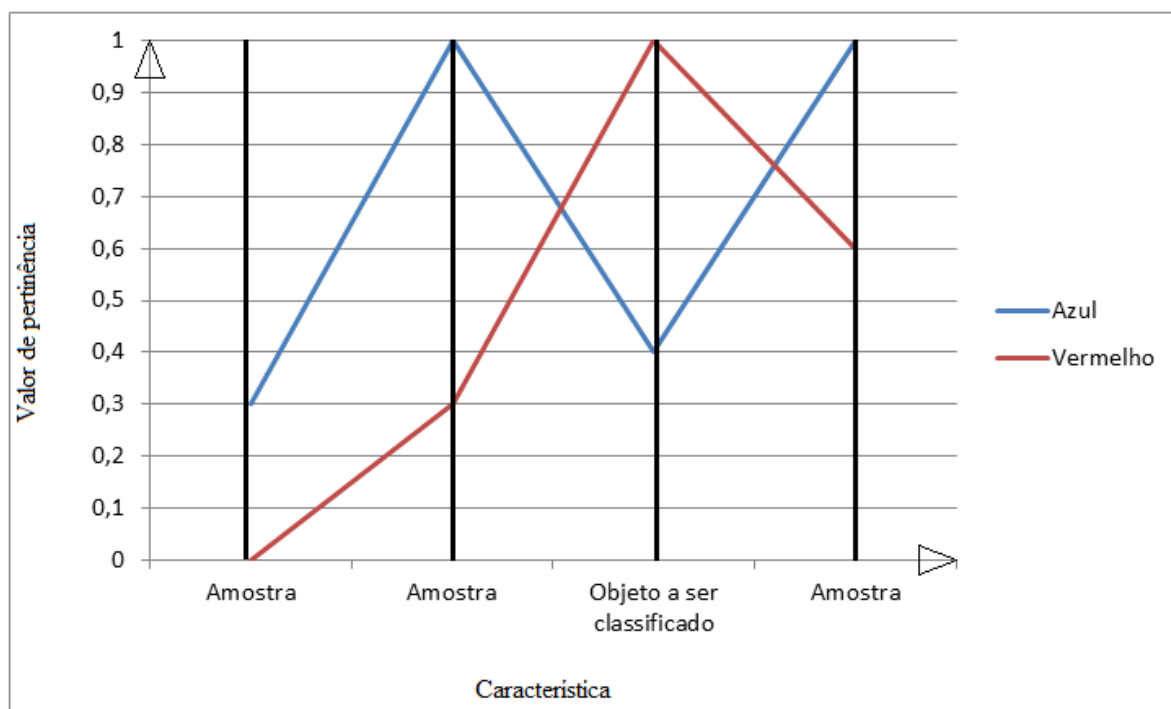
f =função de pertinência (Gráfico 1)

v f (s)= valor do objeto amostral para f

v f (o)= valor do objeto a ser classificado para f

$\sigma f$  = desvio padrão de f





**Gráfico 1 Função de pertinência, demonstrando a classificação em uma dimensão (ECOGNITION, 2014)**

A distância do espaço entre uma amostra e o objeto a ser classificado é padronizada pelo desvio padrão de todas as amostras. Devido a esta padronização o valor de distância igual a 1 significa que a distancia é igual o desvio padrão das amostras.

Na classificação da cobertura vegetal por vizinho mais próximo, foi utilizada a característica de objeto, por valor médio das bandas.

### 3.3.4. Índices de Cobertura Vegetal

O índice de cobertura vegetal procura definir a porcentagem de cobertura vegetal arbórea que existe em uma determinada área de acordo com a área total abordada. Para o calculo deste índice utilizou-se a seguinte equação proposta por Gomes & Queiroz (2011):

- Índice de Cobertura Vegetal (ICV) = (cobertura vegetal total (m<sup>2</sup>) / área total (m<sup>2</sup>))\*100 = (%).

O índice de cobertura vegetal por habitante define o tanto de cobertura vegetal arbórea existente em uma determinada área em metros quadrados, dividido pelo número de habitantes desta área. Gomes & Queiroz (2011) propuseram esta equação que foi utilizada para o calculo neste estudo:

- Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVH) = cobertura vegetal total (m<sup>2</sup>) / população total (hab) = (m<sup>2</sup>/hab).

### 3.3.5. Índice de Áreas Verdes

O propósito do índice de áreas verdes é o de calcular a quantidade de áreas verdes existentes em determinada área pelo número de habitantes da mesma. A equação sugerida por Oliveira (1996):

- Índice de Áreas Verdes (IAV) = áreas verdes urbanas (m<sup>2</sup>) / população urbana total (hab) = (m<sup>2</sup>/hab)

O percentual de áreas verdes divide as áreas verdes pela área total, servindo para identificar a representatividade destas áreas. Oliveira (1996) sugere a seguinte equação:

- Percentual de Áreas Verdes (PAV) = áreas verdes urbanas (m<sup>2</sup>) / área urbana total (m<sup>2</sup>)\*100 = (%)

### 3.3.6. Áreas Verdes Particulares

Propõe-se um novo indicador, que visa calcular de maneira quantitativa a cobertura vegetal urbana que se encontra fora de áreas verdes sendo desconsiderada pelas autoridades, uma vez que a legislação atual requer apenas áreas verdes. Parte-se do preceito que esta cobertura vegetal desconsiderada também gera conforto ambiental para os habitantes do município.

Para encontrar as áreas verdes particulares (AVP) propõe-se a seguinte equação:

- $AVP = \sum CV - \sum AV - \Delta CV$

Onde:

$\sum CV$  = Total de cobertura vegetal (árvores e gramíneas) em m<sup>2</sup>

$\sum AV$  = Total de áreas verdes em m<sup>2</sup>

$\Delta CV$  = Desconforto gerado por cobertura vegetal em m<sup>2</sup>. O  $\Delta CV$  pode ser calculado de acordo com a supressão arbórea do município, ou seja, o número de árvores que foram removidas por causar incômodo a população, sendo os principais incômodos definidos como risco de queda e imprópria para calçada, obtidos através de um artigo escrito por funcionários da prefeitura municipal de Itapira (Martelli & Barbosa Junior, 2010).

AVP = Áreas verdes particulares, ou seja, cobertura vegetal não incluída nas áreas verdes que gera conforto ambiental em m<sup>2</sup>.

Adapta-se também esta equação para o número de habitantes e para a porcentagem da área total:

Áreas Verdes Particulares por habitantes:  $AVPH = AVP (m^2) / população (hab)$

Percentual de Áreas Verdes Particulares:  $PAVP = (AVP (m^2) / área total (m^2)) * 100$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1.SEGMENTAÇÃO

Após diversos experimentos realizados empiricamente, chegou-se a esta segmentação, que gerou 172.817 objetos para a primeira imagem e 199.323 para a segunda, servindo estes para serem classificados ou fotointerpretados tendo como exemplo a figura 6.

A segmentação teve como objetivo o agrupamento de regiões, sendo utilizada a segmentação de multiresolução, utilizando as bandas RGB com um mesmo peso de 1, parâmetro de escala 30, os critérios da composição de homogeneidade foram: formato de 0,1 e a compacidade de 0,5.

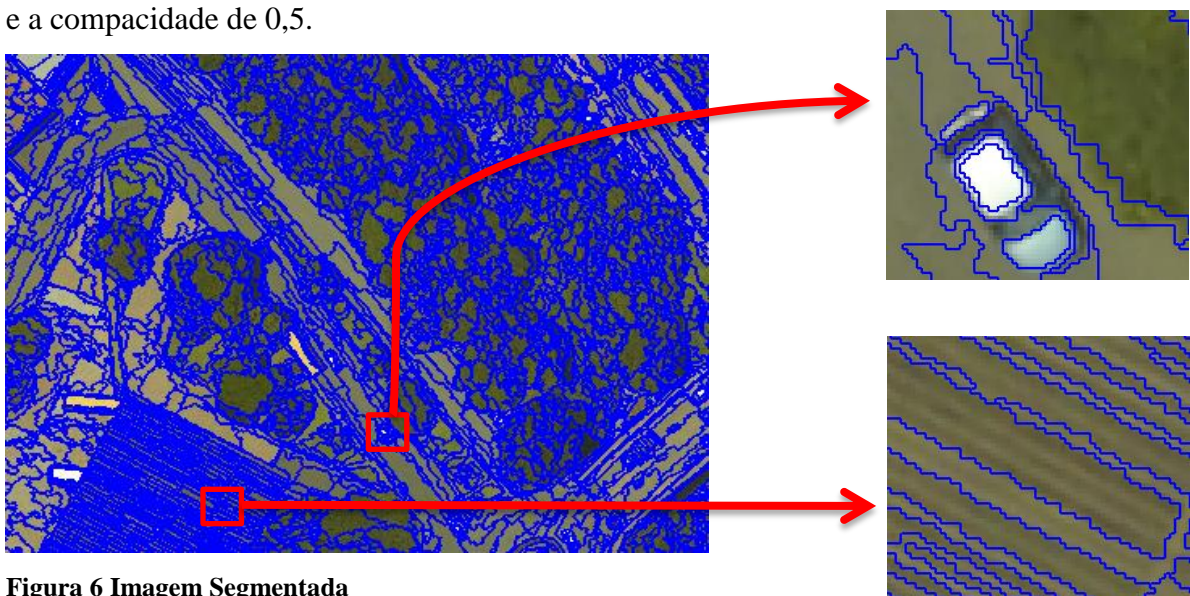


Figura 6 Imagem Segmentada



## 4.2.FOTOINTERPRETAÇÃO

A fotointerpretação foi realizada para a identificação das áreas verdes nos dois bairros abordados (São Benedito e Jardim Ivete) (Figura 7 e 8 respectivamente), utilizando os principais elementos de reconhecimento: forma, tamanho, tonalidade, cor, textura, associação e sombra, servindo para obtenção da área em ambos os bairros, como demonstrado nas tabelas 3 e 4.



**■** Mata Ciliar **■** Praça Belisio Colosso e Canteiros **■** Praça Guido Aflilio Cremasco

Figura 7 Áreas verdes do bairro São Benedito



**Tabela 3 Área e Perímetro total da classificação de áreas verdes do bairro São Benedito**

ÁREA VERDE	AREA (m <sup>2</sup> )	PERIMETRO (m)
Praça Guido Atílio Cremasco	487,74	255,80
Praça Belisio Colosso e canteiros	3.526,17	2.197,00
Mata ciliar (Ribeirão da Penha)	4.458,84	1.061,00
TOTAL AV	8.472,75	
ÁREA TOTAL	134.448,75	



 Mata Ciliar (Ribeirão da Penha)  Morro da cascata

**Figura 8 Áreas verdes do bairro Jardim Ivete**

**Tabela 4 Área e Perímetro total da classificação de áreas verdes do bairro Jardim Ivete**

ÁREA VERDE	AREA (m <sup>2</sup> )	PERIMETRO (m)
Mata Ciliar (Ribeirão da Penha)	20.158,20	7.543,60
Área Verde (Morro da Cascata)	17.418,59	2.710,00
TOTAL AV	37.576,79	
ÁREA TOTAL	506.565,67	

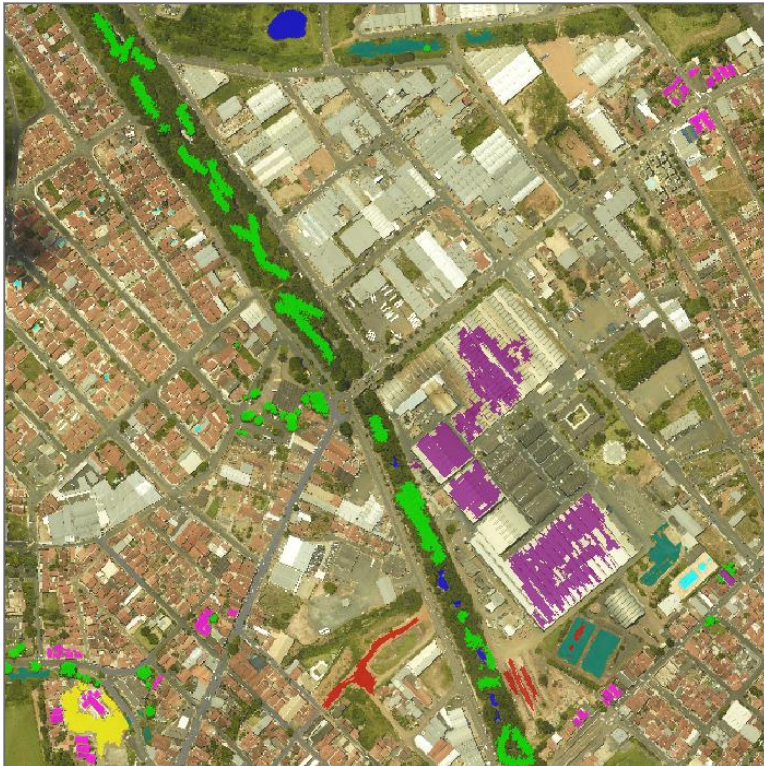
### 4.3.CLASSIFICAÇÃO

A amostragem (tabela 5) com objetivo de identificar a cobertura vegetal foi feita de maneira homogênea, procurando identificar os principais segmentos, com foco nos dois principais componentes da mesma, árvores e gramíneas como demonstrado nas figuras 9 e 10. Classificando-as de acordo com esta amostragem, de maneira a identificar os atributos da foto.

**Tabela 5 Amostragens por Classe**

Classe	Foto aérea 1 (amostragens)	Foto aérea 2 (amostragens)	TOTAL (amostragens)
Copa de árvores	1.899	491	2.390
Gramíneas	612	469	1.081
Água	80	0	80
Telhado (Escuro)	320	394	714
Asfalto	406	293	699
Telhado (Claro)	1.936	276	2.212
Solo Exposto	206	374	580
Paralelepípedo	201	0	201
Piscina	138	21	159





■ Água   
 ■ Asfalto   
 ■ Copa de árvores   
 ■ Gramíneas   
 ■ Paralelepípedo  
■ Piscina   
■ Solo Exposto   
■ Telhado Claro   
■ Telhado escuro

Figura 9 Amostragem da primeira foto aérea



■ Água   
 ■ Asfalto   
 ■ Copa de árvores   
 ■ Gramíneas   
 ■ Paralelepípedo  
■ Piscina   
■ Solo Exposto   
■ Telhado claro   
■ Telhado escuro

Figura 10 Amostragem da segunda foto aérea

Na classificação da cobertura vegetal por vizinho mais próximo, foi utilizada a característica de objeto, por valor médio das bandas 1, 2, 3, existindo uma boa precisão nos dois principais fatores que envolvem a cobertura vegetal (árvores e gramíneas) como demonstrado nas figuras 11 e 12.



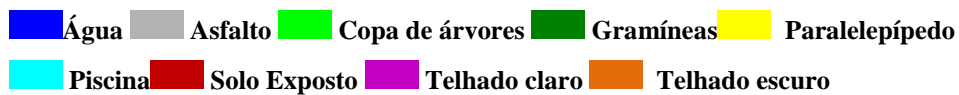
■ Água ■ Asfalto ■ Copa de árvores ■ Gramíneas ■ Paralelepípedo  
■ Piscina ■ Solo Exposto ■ Telhado claro ■ Telhado escuro

Figura 11 Classificação do bairro São Benedito



**Tabela 6 Área e Perímetro total da classificação do bairro São Benedito**

CLASSE	AREA (m <sup>2</sup> )	PERIMETRO (m)
Água	843,93	5.853,20
Asfalto	26.179,30	39.534,40
Copa de árvore	18.168,07	30.645,20
Gramíneas	6.083,69	13.753,00
Paralelepípedo	4.376,36	15.200,80
Piscina	132,49	406,60
Solo exposto	5.555,41	14.363,60
Telhado escuro	33.693,09	39.781,80
Telhado claro	39.455,62	67.120,40
Sem classe	0,79	12,60
<b>TOTAL</b>	<b>134.488,75</b>	



**Figura 12 Classificação do bairro Jardim Ivete**

**Tabela 7 Área e Perímetro total da classificação do bairro Jardim Ivete**

CLASSE	AREA (m <sup>2</sup> )	PERIMETRO (m)
Água	2730,23	18769
Asfalto	101237,7	136004,2
Copa de árvore	62578,06	94213,4
Gramíneas	43717,77	63411,2
Paralelepípedo	25613,23	54540,2
Piscina	1014,16	1566,8
Solo exposto	29122,04	55074,8
Telhado escuro	42855,69	70045,4
Telhado claro	197696,8	186977,8
<b>TOTAL</b>	<b>506565,68</b>	

#### 4.4. ÍNDICES

##### 4.4.1. Índice de Cobertura Vegetal e Índice de Cobertura Vegetal por Habitante

De acordo com os resultados das tabelas 6 e 7, pôde-se identificar o índice de cobertura vegetal e o índice de cobertura vegetal por habitante dos bairros São Benedito, onde existem 18.168,07 m<sup>2</sup> de copa de árvores sendo a área total 134.488,75 m<sup>2</sup> e 1.455 habitantes na área de estudo define-se o ICV como: 13,51% e o ICVH como: 12,49 m<sup>2</sup>/hab. O ICV é melhor que o de 7,75% encontrado no município de Birigui por Gomez & Queiroz, porém é pior que o de 16,85% do bairro Alto da XV em Curitiba por Buccheri Filho & Nucci. Já o ICVH encontra-se pior que o de Birigui que foi de 36m<sup>2</sup>/hab. Também se encontra pior que o do bairro Alto da XV, que é de 25,24 m<sup>2</sup>/hab. O índice de cobertura vegetal do bairro Jardim Ivete encontra-se também acima do de Birigui, porém abaixo do de Alto da XV. O ICVH do Jardim Ivete encontra-se muito melhor que o de Birigui e o do Alto da XV como pode ser observado na Tabela 8.

**Tabela 8 Comparação dos índices de cobertura vegetal (ICV) e de cobertura vegetal por habitante (ICVH)**

LOCAL	POPULAÇÃO (habitantes)	ICV (%)	ICVH (m <sup>2</sup> /hab)	AUTOR
São Benedito	1.455	13,51	12,49	Atual trabalho
Jardim Ivete	870	12,35	71,93	Atual trabalho
Birigui	105.481	7,75	36	Gomes & Queiroz (2011)
Alto da XV	8.683	16,85	25,24	Buccheri Filho & Nucci (2006)

#### 4.4.2. Índice de Áreas Verdes e Percentual de Áreas Verdes

Seguindo os resultados apresentados nas tabelas 3 e 4 identificaram-se os índices de áreas verdes do bairro São Benedito, sendo o IAV: 5,82 m<sup>2</sup>/hab e o PAV 6,30%, compara-se com São Carlos (Oliveira, 1996), que teve ambos os índices menores que os do bairro, sendo respectivamente 2,65m<sup>2</sup>/hab e 2,46%. Já o município de Timburi (Duarte & Ziantonio Filho, 2010) encontra-se com ambos os índices melhores que os do bairro. No bairro Jardim Ivete ocorreu melhores índices de áreas verdes e percentual de áreas verdes, sendo respectivamente 43,19 m<sup>2</sup>/hab e 7,42% que os do bairro São Benedito, além de ter índices melhores que os de São Carlos. Já comparado ao município de Timburi, encontra-se melhor IAV e menor PAV, demonstrando que a densidade de população é menor no bairro Jardim Ivete como pode ser visto na Tabela 9.

**Tabela 9 Comparação dos índices de áreas verdes (IAV) e o percentual de áreas verdes (PAV).**

LOCAL	POPULAÇÃO (habitantes)	PAV (%)	IAV (m <sup>2</sup> /hab)	AUTOR
São Benedito	1.445	6,30	5,82	Atual trabalho
Jardim Ivete	870	7,42	43,19	Atual trabalho
São Carlos	Não informado	2,46	2,65	Oliveira (1996)
Vinhedo	47.215	Não informado	2,19	Harder, Ribeiro & Tavares (2006)
Timburi	1.674	13,72	37,81	Duarte & Ziantonio Filho (2010)

#### 4.4.3. Áreas Verdes Particulares

Seguindo a nova equação temos:

A área verde particular do bairro São Benedito que foi de 15.779,01 m<sup>2</sup> e a área verde particular do bairro Jardim Ivete que foi de 68.719,04 m<sup>2</sup>

Para calcular o  $\Delta CV$ , utilizou-se um estudo de Martelli & Barbosa Junior (2010), que tratava da supressão arbórea no município de Itapira, SP, que demonstrou que no ano de 2010 ocorreram 119 supressões arbóreas, divididas em diversos bairros, porém nenhuma nos dois estudados, sendo assim o  $\Delta CV$  de 0 em ambos bairros, demonstrado na tabela 10.

**Tabela 10 Percentual de áreas verdes (PAVP), áreas verdes particulares (AVP) e áreas verdes particulares por habitante (AVPH).**

LOCAL	AREA (m <sup>2</sup> )	População (habitantes)	PAVP (%)	AVP (m <sup>2</sup> )	AVPH (m <sup>2</sup> /hab)
São Benedito	134.448,74	1.445	11,73	15.779,01	10,84
Jardim Ivete	506.565,67	870	13,57	68.719,04	78,99

Podem-se comparar as áreas verdes urbanas com as áreas verdes particulares, uma vez que ambas trazem conforto ambiental para a população, sendo maior em ambos os bairros a área verde particular que a urbana, tanto em percentual quanto per capita.

Consegue-se identificar que os bairros São Benedito e Jardim Ivete tem uma porcentagem de áreas verdes parecida demonstrando que se encontram razoavelmente arborizados por área, porém o Jardim Ivete por ser um bairro industrial, como pode ser identificado na figura 12 de acordo com a classificação de telhados claros (associados a telhados de indústrias), tem menos moradores que um bairro residencial, tendo uma área verde por habitante quase oito vezes superior ao São Benedito. Isto mostra que os habitantes deste bairro tem maior conforto.

O resultado dos indicadores: (índice de áreas verdes, percentual de áreas verdes, índice de cobertura vegetal e índice de cobertura vegetal por habitante, áreas verdes particulares, percentual de áreas verdes particulares e áreas verdes particulares por habitante) é bastante variável, uma vez que para definir se eles se encontram bons ou não, deve-se considerar outras características da área, como por exemplo, se ela é residencial ou industrial. Sendo assim consideraram-se estes como indicadores de conforto ambiental, que por sua vez é considerado um indicador da qualidade de vida.

Estes indicadores devem ser avaliados de acordo com a população da área de estudo, em conjunto com a área total, ou podem ocorrer discrepâncias, como no exemplo do Jardim Ivete, onde os índices per capita foram excelentes, porém o percentual de área foi apenas razoável, sendo esta uma característica para definir um bairro industrial ou um bairro com baixa densidade demográfica.

O valor do índice de cobertura vegetal no bairro São Benedito pode ser considerado razoável, uma vez que se encontram próximos aos do que outros autores consideram razoáveis, acima de 10%. Já os de cobertura vegetal por habitante encontrados neste bairro foram considerados ruins, estando abaixo de 15 m<sup>2</sup>/hab. Demonstrando que a área

está com menos cobertura vegetal do que a população necessita (Atwell, 2000; Gomes & Queiroz, 2011). Necessitando de mais pelo menos mais 3506,93 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal arbórea.

Já os valores do índice de áreas verdes e do percentual de áreas verdes para o bairro São Benedito foram considerados ruins, uma vez que respectivamente, estão abaixo dos recomendados de: 12 m<sup>2</sup> por habitante (Duarte & Ziantonio Filho, 2010) e 10% (Lei Municipal de Itapira N° 3.995). Necessitando de pelo menos 4.972,12 m<sup>2</sup> ou 3,7%

Já no bairro Jardim Ivete o valor do índice de cobertura vegetal foi acima do padrão definido por Atwell (2000) de 10%, podendo ser considerado razoável, o índice de cobertura vegetal por habitante foi muito acima do requerido por Gomes & Queiroz (2011) de 15 m<sup>2</sup> por habitante, sendo considerado um valor excelente, isto ocorreu por esse ser um bairro com pouca densidade demográfica.

O índice de área verde no bairro Jardim Ivete foi considerado excelente, uma vez que ficou quase quatro vezes maior que o valor recomendado de 12 m<sup>2</sup> sugerido por Duarte & Ziantonio Filho (2010), porém o percentual de áreas verdes encontra-se menor de 10% requerido pela legislação do município de Itapira, sendo considerado ruim. Recomenda-se no mínimo 13.079,78 m<sup>2</sup> ou 2,58% de áreas verdes a mais.

O Diagrama apresentado na figura 13 apresenta o conceito das áreas verdes particulares, demonstrando as divisões da cobertura vegetal, do desconforto gerado por cobertura vegetal, das áreas verdes e das áreas verdes particulares.

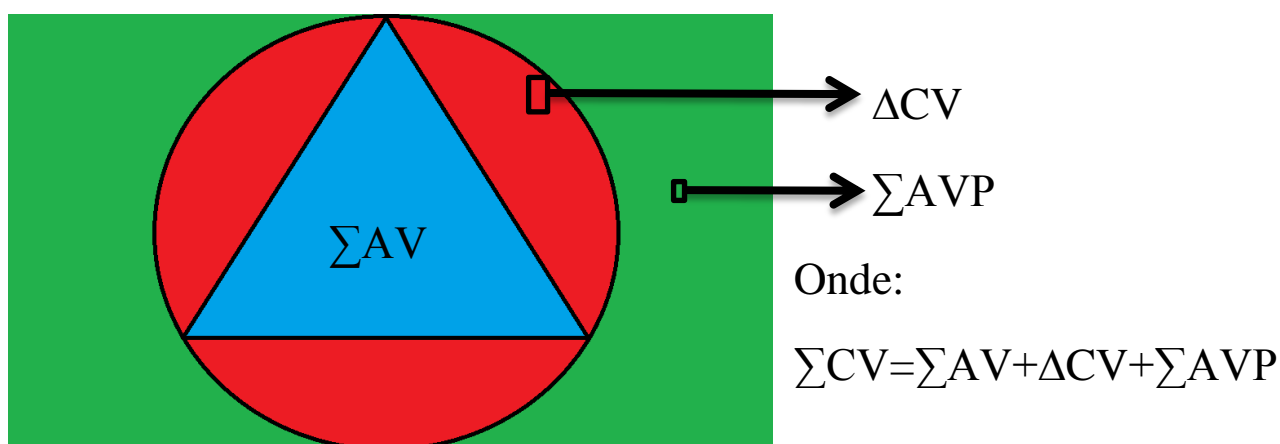


Figura 13 Diagrama de representação dos conceitos de áreas particulares

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As técnicas de segmentação e classificação que foram utilizadas no trabalho mostraram-se eficientes para identificação das áreas de estudo. A segmentação tornou a amostragem muito mais simples, uma vez que os objetos formados ficaram num tamanho razoável para sua identificação de acordo com as classes, sem agrupar-se num mesmo objeto com outras classes. Apenas onde existia sobreposição é que ocorreu certa imprecisão, uma vez que a segmentação foi feita a partir da média das bandas RGB.

A amostragem por segmentos também se mostrou eficiente, tendo precisão principalmente no foco do estudo, que foi copa de árvores e gramíneas, possibilitando a classificação da cobertura vegetal, e das áreas verdes dos bairros com facilidade. A classificação por vizinho mais próximo executou sua função com eficiência, associando o que não estava classificado com as classes amostrais corretamente.

A fotointerpretação rendeu ótimos resultados, uma vez que o estudo apresentado foi compatível com a identificação por conhecimento da área.

Diante do estudo realizado e dos autores consultados, sugere-se para as áreas verdes particulares um parâmetro baseado na metade do requerido para as áreas verdes urbanas, sendo estes valores definidos em 6 m<sup>2</sup> por habitante para área verde particular por habitante e de 5% para percentual de áreas verdes particulares, havendo o foco na busca por melhoria do conforto ambiental.

Sugere-se uma modificação para melhorar o conforto ambiental no município de Itapira, onde a legislação exige no mínimo 10% de áreas verdes publicas. Esta modificação é baseada na inclusão das áreas verdes particulares nesta contagem, sendo então a soma das áreas verdes urbanas com das áreas verdes particulares definida em no mínimo 15%, sendo pelo menos 10% de áreas verdes.

Com esta modificação pode-se perceber que o bairro São Benedito continuaria com suas áreas verdes abaixo da legislação, porém atingiria o valor de 18,03%. Demonstrando que o bairro não se encontra com um déficit tão grande de vegetação. No bairro Jardim Ivete a situação é semelhante, estando abaixo da legislação requerida de 10% para áreas verdes, porém atingindo o valor de 20,99% com esta modificação.

O índice de áreas verdes particulares demonstra quantitativamente que existe cobertura vegetal gerando conforto ambiental fora das áreas verdes, sendo este valor considerável. Não ocorreu supressão arbórea nas áreas de estudo, não existindo assim indicadores de desconforto ambiental gerados pela cobertura vegetal.

As áreas verdes particulares são de extrema importância, pois também servem para a manutenção do microclima, manutenção da fauna, gerando sombra, contendo solo permeável que reduz o escoamento superficial, conseqüentemente reduzindo as enchentes, também auxilia na redução da velocidade do ar e bloqueando ruídos.

De acordo com os resultados obtidos em ambos os bairros, pode-se perceber que as áreas verdes particulares se encontram com maior área do que a das áreas verdes urbanas, demonstrando a sua importância para os habitantes locais, assim elas devem ser consideradas para o índice de qualidade de vida local, uma vez que desempenham funções semelhantes às das áreas verdes.

Sugere-se também a adição destes indicadores de áreas verdes particulares em metodologias de calculo da qualidade de vida urbana, como por exemplo, o índice de qualidade de vida urbano, utilizado em Belo Horizonte, MG (Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 1996), que já considera áreas verdes por habitante, podendo também considerar áreas verdes particulares.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.V. Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas. **Dissertação – Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, SP, 2008, 163p.

ALVES, E.; SOUZA, G.S.; MARRA, R. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. **Revista de Política Agrícola**, n.2, ano.XX, Brasília, DF, 2011. 9p.

ATWELL, K. **Urban land resources and urban planting - case studies from Denmark**. Elsevier (Landscape and Urban Planning), n.52, 2000. 18p.

BARGOS, D.C.; MATIAS, L.F. Áreas verdes urbanas : um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.6 n.3, Piracicaba, SP, 2011. 17p.

BARTHOLOMEI, C.L.B. Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído. **Tese – Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, SP, 2003. 205p.

BENINI, S.M.; MARTIN E.S. Decifrando as áreas verdes públicas. **Revista Formação** n.17, vol.2, Presidente Prudente, SP, 2010. 18p.

BOTELHO, M.F. Modelagem tridimensional de edificações usando dados do sistema laser scanner e imagem orbital de alta resolução. **Tese - Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, PR, 2007. 144p.

BRASIL. **LEI Nº 10.257**, DE 10 DE JULHO DE 2001.

BRASIL. **LEI Nº 12.651**, DE 25 DE MAIO DE 2012.



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**, n.18, São Paulo, SP, 2006. 12p.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. **1º Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana**, Anais, Vitória, ES, 1992. 7p.

DUARTE, D.A.B.; ZIANTONIO FILHO, V.L. Índice de área verde por habitante para o município de Timburi-SP. **XVI Encontro Nacional dos Geógrafos: Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças**, Anais, Porto Alegre, RS, 2010. 10p.

ECOGNITION. Guia do usuário. **Defienens**, Muchen, Alemanha, 2014. 416p.

FEIBER, S.D. Áreas verdes urbanas imagem e uso – o caso do passeio público de Curitiba-PR. **Revista RA'E GA**, n.8, Curitiba, PR, 2004. 13p.

GOMES, M.F.; QUEIROZ, D.R.E. Avaliação da cobertura vegetal arbórea na cidade de Birigui com emprego de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. **Revista Geografar**, v.6. n.2, Curitiba, PR, 2011. 25p.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Processamento de imagens digitais. **Edgard Blucher**. São Paulo, SP, 2000. 509p.

HARDER, I.C.F.; RIBEIRO, R.C.S.; TAVARES, A.R. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. **Revista Árvore**, v.30, n.2, Viçosa, MG, 2006. 6p.

IBGE. **Censo Demográfico**, 2010.

ITAPIRA, SP. **LEI MUNICIPAL Nº 3.995**, DE 26 DE OUTUBRO DE 2006.

LONDE, P.R.; MENDES P.C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista HYGEIA**, n.10, Uberlândia, MG, 2014. 9p.

MARTELLI, A.; BARBOSA JUNIOR, J. Análise da incidência de supressão arbórea e suas principais causas no perímetro urbano do município de Itapira-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.5, n.4, Piracicaba, SP, 2010. 14p.

NICODEMO, M.L.F.; PRIMAVESI, O. Por que manter árvores na área urbana? **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos, SP, 2009. (Documentos, 89). 40p.

OLIVEIRA, C.H. Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas. **Dissertação – Universidade Federal de São Carlos**, São Carlos, SP, 1996. 196p.

PIVETTA, K.F.L.; SILVA FILHO, D.F. Arborização Urbana. **UNESP/FCAV/FUNEP**, Jaboticabal, SP, 2002. (Boletim Acadêmico Série Arborização Urbana). 74p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (PBH). O Índice de Qualidade de Vida Urbana. **Assessoria de Comunicação Social da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, MG. 1996

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. **Revista Estudos Avançados**, n.63, São Paulo, SP, 2008. 16p.