



UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO

**Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental**

MARCELO LUIS MURARI

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA A
PLATAFORMA DESKTOP VISANDO O DELINEAMENTO DE ÁREAS
VERDES URBANAS EM ESCALAS MUNICIPAIS**

**RIBEIRÃO PRETO
2019**

MARCELO LUIS MURARI

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA A
PLATAFORMA DESKTOP VISANDO O DELINEAMENTO DE ÁREAS
VERDES URBANAS EM ESCALAS MUNICIPAIS**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor pelo programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.

Orientador (a): Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira

Ribeirão Preto
2019

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de
Processamento Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

M972d Murari, Marcelo Luis, 1978-
Desenvolvimento de um sistema de informação para a
plataforma desktop visando o delineamento de áreas verdes
urbanas em escalas municipais / Marcelo Luis Murari. – Ribeirão
Preto, 2019.
98 f.: il. color.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Rezende Alves de Oliveira.

Tese (doutorado) - Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP,
Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto, 2019.

1. Software. 2. Censo arbóreo. 2. Meio ambiente. 2. Áreas verdes.
2. Arborização Urbana. 1. Título.

CDD 628

MARCELO LUIS MURARI

**“ DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA A
PLATAFORMA DESKTOP VISANDO O DELINEAMENTO DE ÁREAS
VERDES URBANAS EM ESCALAS MUNICIPAIS”.**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor pelo programa de Doutorado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.

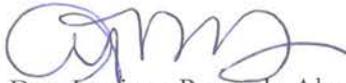
Orientador(a): Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira.

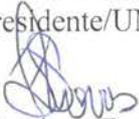
Área de concentração: Tecnologia Ambiental

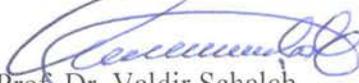
Data de defesa: 25 de junho de 2.019

Resultado: Aprovado

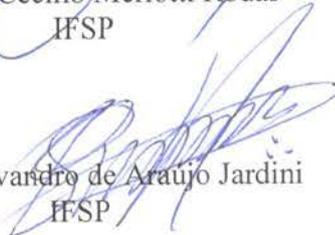
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra. Luciana Rezende Alves de
Oliveira
Presidente/UNAERP


Prof. Dr. Luciano Farias De Novaes
UNAERP


Prof. Dr. Valdir Schalch
UNAERP


Prof. Dr. Cecílio Merlotti Rodas
IFSP


Prof. Dr. Evandro de Araújo Jardim
IFSP

Ribeirão Preto
2019

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos que buscam o conhecimento e procuram o bem-estar do próximo, contribuindo com suas experiências para uma vida melhor em comunidade.

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento dedico, honrosamente, a Deus, meu guia supremo.

Em segundo lugar, agradeço a minha esposa Ana Paula de Freitas Romão Murari e aos meus filhos Artur Romão Murari e Mariana Romão Murari pela compreensão, companheirismo e amor maior.

Agradeço aos meus pais pelo companheirismo e pela oportunidade que me propiciaram.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias de São Paulo pela ajuda a mim dispendida no decorrer deste curso.

Agradeço também a minha orientadora Luciana Rezende Alves de Oliveira que, tão pacientemente e bondosamente, conduziu-me ao fim da luta, transformando cicatrizes em luzes.

Agradeço ao meu amigo de trabalho e estudos André Luís Gobbi Primo pela dedicação dispendida, pela ajuda e pelo conhecimento aplicado.

Agradeço ao meu aluno Matheus Henrique Quilles que tão bondosamente fez parte deste trabalho como um colaborador.

Agradeço a cada professor e ao Departamento de Pós-Graduação, em especial, a Marcela Euzébio Berti e Carla Roberta de Almeida, que me acompanharam e me conduziram desde o início até o fim desta caminhada.

Agradeço a todos que torceram por mim nessa nova etapa e que compartilharam comigo os anseios e as alegrias vividas.

“A cooperação existe entre todas as coisas criadas.” – C. Torres Pastorino

Um muito obrigado a todos.

RESUMO

As áreas verdes urbanas planejadas destacam-se na sua capacidade de amenizar as questões climáticas por meio da diminuição das amplitudes térmicas, de melhorar a qualidade do ar, proteção do solo contra erosão, proteção das forças dos ventos, refúgio da fauna e promovendo desta forma a ampliação da biodiversidade. O objetivo desse trabalho foi o desenvolvimento de um software, intitulado SISARB – Sistema de Informação Desktop para Delineamento da Arborização Urbana, para a plataforma desktop com a finalidade de conceder informações do censo arbóreo em escala municipal, utilizando a linguagem de programação JAVA com o framework NetBeans e a modelagem desse programa foi feita utilizando a linguagem de marcação UML. A imagem utilizada neste software precisa ter alta definição com no mínimo 70 DPI e tirada em horários que o sol propicie uma boa iluminação da região. Este software identifica os vários tons da cor verde da tabela RGB que caracteriza as regiões arborizadas e a quantidade de verde presente e faltante. A quantificação das áreas verdes foi calculada em percentual. Todas as áreas verdes encontradas após o processamento da imagem, foram coloridas com a cor rosa. O software possui um único usuário; primeiramente seleciona-se a imagem de alta resolução; após a visualização da imagem define-se o percentual de 0 a 100%; após a definição do percentual pede-se para o software verificar as áreas verdes da imagem inserida. Este software foi desenvolvido para a escala municipal e permite que o usuário com conhecimento mínimo em informática utilize-o para um fim específico, direto e preciso. Para a validação do software, foi utilizada como cidade modelo a cidade de Votuporanga-SP, que foi dividida em quatro setores: nordeste, noroeste, sudeste e sudoeste. No setor nordeste, o sistema encontrou 33% de área verde e 67% de área não verde no setor nordeste; no setor noroeste, o sistema encontrou 23% de área verde e 77% de área não verde; no setor sudeste, o sistema encontrou 20% de área verde e 80% de área não verde e no setor sudoeste, o sistema encontrou 27% de área verde e 73% de área não verde. Com essa validação foi possível constatar a qualidade/veracidade das informações adquiridas para o censo arbóreo do município modelo, bem como uma grande agilidade na resposta do mesmo. Esse software permite, portanto, o planejamento e controle da arborização realizados de forma significativa ao indicar o plantio de mudas em locais em que ocorrem a falta de árvores, resultando na eficácia e melhoria do controle de fatores ambientais diretamente a ela ligados.

Palavras-Chave - Software. Censo arbóreo. Meio ambiente. Áreas verdes. Arborização Urbana.

ABSTRACT

The planned urban green areas stand out in their ability to mitigate climate issues by reducing thermal amplitudes, improving air quality, protecting soil against erosion, protecting wind forces, wildlife refuge and thus promoting the expansion of biodiversity. The objective of this work was the development of software, entitled SISARB - Desktop Information System for Delineating Urban Arborization, for the desktop platform with the purpose of granting information from the municipal census, using the JAVA programming language with the framework NetBeans and the modeling of this program was done using the UML markup language. The image used in this software needs high definition with at least 70 DPI and taken at times that the sun provides good illumination of the region. This software identifies the various shades of the green color of the RGB table that characterizes the wooded regions and the amount of green present and missing. The quantification of green areas was calculated as a percentage. All green areas found after image processing were colored pink. The software has a single user; first select the high-resolution image; after the image is displayed the percentage is defined as 0 to 100%; after defining the percentage, the software is asked to check the green areas of the inserted image. This software was developed for the municipal scale and allows the user with minimal knowledge in computing to use it for a specific, direct and precise purpose. For the validation of the software, the city of Votuporanga-SP was used as the model city, which was divided into four sectors: northeast, northwest, southeast and southwest. In the northeast sector, the system found 33% of green area and 67% of non-green area in the northeast sector; in the northwest sector, the system found 23% of green area and 77% of non-green area; in the southeast sector, the system found 20% of green area and 80% of non-green area and in the southwest sector, the system found 27% of green area and 73% of non-green area. With this validation it was possible to verify the quality / veracity of the information acquired for the arboreal census of the model municipality, as well as a great agility in its response. This software allows, therefore, the planning and control of the afforestation carried out in a significant way when indicating the planting of seedlings in places where there is a lack of trees, resulting in the effectiveness and improvement of the control of environmental factors directly related to them.

Keywords - Software. Tree Census. Environment. Green areas. Urban Arborization.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - COMPONENTES DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO	38
FIGURA 2 - COMPILAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE PROGRAMAS JAVA	43
FIGURA 3 - EXECUÇÃO DE PROGRAMA EM JAVA EM DIVERSOS SISTEMAS OPERACIONAIS ..	44
FIGURA 4 - PARADIGMA DO CICLO DE VIDA CLÁSSICO	46
FIGURA 5 - DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE E DE INDICADORES PARA A QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS E IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE COBERTURA ARBÓREA DA ÁREA URBANA	51
FIGURA 6 - OBTENÇÃO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO DA ÁREA URBANA E DELIMITAÇÃO DOS SETORES	52
FIGURA 7 - TABELA RGB DA COR VERDE UTILIZADA COMO ESPECTRO DE COR PARA A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS NA PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB PARA O DELINEAMENTO DAS ÁREAS VERDES URBANAS	54
FIGURA 8 - DEFINIÇÃO DO ATOR PARA O SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB PARA O DELINEAMENTO DAS ÁREAS VERDES URBANAS	55
FIGURA 9 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO DO ATOR USUÁRIO PARA O SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB PARA O DELINEAMENTO DE ÁREAS VERDES URBANAS	56
FIGURA 10 - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO ATOR USUÁRIO PARA O SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB PARA O DELINEAMENTO DE ÁREAS VERDES URBANAS	58
FIGURA 11 - TELA INICIAL DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB PARA A REALIZAÇÃO DO CENSO ARBÓREO	59
FIGURA 12 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB DEMONSTRANDO A FUNÇÃO BUSCAR A IMAGEM A SER ANALISADA	60
FIGURA 13 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB PARA DETERMINAR A PORCENTAGEM DE ÁREA VERDE QUE SE PRETENDE ENCONTRAR	61
FIGURA 14 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB PARA DETERMINAR A QUANTIDADE DE ÁREA VERDE QUE A IMAGEM POSSUI	61
FIGURA 15 - IMAGEM DE SATÉLITE DO SETOR NORDESTE DA CIDADE DE VOTUPORANGA-SP	64
FIGURA 16 - IMAGEM DE SATÉLITE DO SETOR NOROESTE DA CIDADE DE VOTUPORANGA-SP	64
FIGURA 17 - IMAGEM DE SATÉLITE DO SETOR SUDESTE DA CIDADE DE VOTUPORANGA-SP ..	65

FIGURA 18 - IMAGEM DE SATÉLITE DO SETOR SUDOESTE DA CIDADE DE VOTUPORANGA-SP	65
FIGURA 19 - IMAGEM DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO DA CIDADE DE VOTUPORANGA-SP	67
FIGURA 20 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB QUE PERMITE BUSCAR A IMAGEM ANTES DO RESULTADO DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE PARTE DO SETOR SUDOESTE DE VOTUPORANGA – SP	68
FIGURA 21 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB ANTES DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DE PARTE DO SETOR SUDOESTE DE VOTUPORANGA - SP.....	69
FIGURA 22 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB COM O PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DE PARTE DO SETOR SUDOESTE DE VOTUPORANGA - SP.....	69
FIGURA 23 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB QUE PERMITE BUSCAR A IMAGEM ANTES DO RESULTADO DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DO SETOR NORDESTE DE VOTUPORANGA – SP	70
FIGURA 24 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB ANTES DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DO SETOR NORDESTE DE VOTUPORANGA - SP	71
FIGURA 25 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB COM O PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DO SETOR NORDESTE DE VOTUPORANGA - SP	72
FIGURA 26 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB QUE PERMITE BUSCAR A IMAGEM ANTES DO RESULTADO DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DO SETOR NOROESTE DE VOTUPORANGA – SP	73
FIGURA 27 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB ANTES DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DO SETOR NOROESTE DE VOTUPORANGA - SP	74
FIGURA 28 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB COM O PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DO SETOR NOROESTE DE VOTUPORANGA - SP	74
FIGURA 29 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB QUE PERMITE BUSCAR A IMAGEM ANTES DO RESULTADO DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DO SETOR SUDESTE DE VOTUPORANGA – SP	75
FIGURA 30 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB ANTES DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DO SETOR SUDESTE DE VOTUPORANGA - SP.....	76
FIGURA 31 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB COM O PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DO SETOR SUDESTE DE VOTUPORANGA - SP.....	77
FIGURA 32 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB QUE PERMITE BUSCAR A IMAGEM ANTES DO RESULTADO DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DO SETOR SUDOESTE DE VOTUPORANGA – SP	78

FIGURA 33 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB ANTES DO PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DO SETOR SUDOESTE DE VOTUPORANGA - SP.....	79
FIGURA 34 - TELA DO SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB COM O PROCESSAMENTO DA IMAGEM DE UMA REGIÃO DO SETOR SUDOESTE DE VOTUPORANGA - SP.....	79
FIGURA 36 - CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO DE PÔSTER NO SILUBESA.....	95
FIGURA 37 - CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO SILUBESA.	96
FIGURA 38 - CERTIFICADO DE REGISTRO DE SOFTWARE NO INPI.	97
FIGURA 39 - AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DAS IMAGENS DA PREFEITURA MUNICIPAL DE VOTUPORANGA.....	98

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - FUNÇÕES DA ARBORIZAÇÃO URBANA E SUAS IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS E SOCIAIS	32
QUADRO 2 - DEFINIÇÃO DOS EVENTOS PARA O SISTEMA INFORMATIZADO - SISARB PARA O DELINEAMENTO DE ÁREAS VERDES URBANAS.....	55
QUADRO 3 - PRINCIPAIS BAIROS DA CIDADE DE VOTUPORANGA / SP	63
QUADRO 4 - BAIROS E REGIÕES DOS BAIROS DO MUNICÍPIO DE VOTUPORANGA / SP	91

LISTA DE TABELA

TABELA 1 - BAIRROS DA CIDADE DE VOTUPORANGA/SP AGRUPADOS POR REGIÃO	63
---------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP's	Áreas de Preservação Permanente
CO ₂	Dióxido de Carbono
DPI	<i>Dots Per Inch</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
PMVA	Programa Município Verde Azul
PNG	<i>Portable Network Graphics</i>
RGB	<i>Red, Green e Blue</i>
SAEV	Superintendência de Água e Esgoto de Votuporanga-SP
SISARB	Sistema de Informação Desktop para Delineamento da Arborização Urbana
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS.....	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
2.2.1	Desenvolver um software para a elaboração do censo arbóreo para a quantificação do percentual das áreas plantadas total ou por setores;.....	20
2.2.2	Validar o software com um estudo do município de Votuporanga-SP.....	20
3	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1	ARBORIZAÇÃO URBANA	21
3.1.1	A Importância da Arborização Urbana.....	22
3.1.2	Planejamento da Arborização Urbana	24
3.2	SILVICULTURA URBANA	25
3.3	ILHAS DE CALOR.....	26
3.4	LEVANTAMENTO ARBÓREO	28
3.5	IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO.....	29
3.6	A URBANIZAÇÃO BRASILEIRA.....	30
3.7	FUNÇÕES DAS ÁREAS VERDES.....	32
3.7.1	Classificação das Áreas Verdes	35
3.8	SENSORIAMENTO REMOTO	36
3.9	SISTEMA DE INFORMAÇÃO	37
3.10	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	40
3.11	LINGUAGEM JAVA	42
3.12	ENGENHARIA DE SOFTWARE.....	44
3.13	SOFTWARES NA ÁREA DE GEOPROCESSAMENTO	47
3.13.1	Spring	47
3.13.2	ArcGIS	48
4	MATERIAL E MÉTODOS	50
4.1	DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA A QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS	50

4.1.1	Obtenção de Imagens de Alta Resolução e Delimitação dos Setores.....	50
4.2	VALIDAÇÃO DO SOFTWARE SISTEMA DE INFORMAÇÃO DESKTOP PARA DELINEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA (SISARB).....	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5.1	DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA A QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS	53
5.1.1	Listas de Casos de Uso.....	55
5.1.2	Diagramas de Casos de Uso	56
5.1.3	Diagrama de Sequência	57
5.1.4	Condições para Obtenção da Imagem para o Uso no Software...59	
5.1.5	Apresentação do Sistema de Informação Desktop para Delineamento da Arborização Urbana - SISARB	59
5.1.6	Obtenção de Imagens de Alta Resolução e Delimitação dos Setores.....	62
5.2	VALIDAÇÃO DO SOFTWARE SISTEMA DE INFORMAÇÃO DESKTOP PARA DELINEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA (SISARB).....	66
5.2.1	Caracterização da Cidade de Votuporanga-SP	66
5.2.2	Delineamento da Arborização da Cidade Modelo Utilizando o SISARB.....	67
5.2.3	Delineamento da Arborização do Setor Nordeste da Cidade Modelo Utilizando o SISARB	70
5.2.4	Delineamento da Arborização do Setor Noroeste da Cidade Modelo Utilizando o SISARB	72
5.2.5	Delineamento da Arborização do Setor Sudeste da Cidade Modelo Utilizando o SISARB	75
5.2.6	Delineamento da Arborização do Setor Sudoeste da Cidade Modelo Utilizando o SISARB	77
6	CONCLUSÕES	81
7	TRABALHOS FUTUROS.....	82
	REFERÊNCIAS	83
	ANEXO I.....	91

ANEXO II	95
ANEXO III	96
ANEXO IV	97
ANEXO V	98

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado no meio urbano aliado à transição migratória das zonas rurais para as cidades, sem qualquer tipo de gestão ambiental, excluiu a arborização adequada como necessidade para a qualidade de vida da população naquele momento histórico (MAYER, 2013).

Pelo fato de o homem não estar mais habituado a ficar longe das praticidades do mundo urbano, o ambiente das cidades grandes está em regular crescimento, no entanto, o aumento populacional das zonas urbanas, aliado à falta de planejamento adequado, têm provocado inúmeros problemas, principalmente, no contexto social e ambiental (MARTINI, 2013).

Toda cidade deveria possuir planos, projetos e programas voltados à arborização, sabendo que não se trata apenas de plantio de árvores, mas de um importante elemento reestruturador do espaço urbano, pois aproxima as condições ambientais normais da relação com o meio urbano.

Assim, segundo a coordenação do PMVA – Programa Município Verde Azul (2007), o principal objetivo do programa é estimular e auxiliar as prefeituras paulistas na elaboração e execução de suas políticas públicas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do estado de São Paulo.

As ações propostas pelo PMVA compõem as dez Diretivas norteadoras da agenda ambiental local, abrangendo os seguintes temas estratégicos: Município Sustentável, Estrutura e Educação Ambiental, Conselho Ambiental, Biodiversidade, Gestão das Águas, Qualidade do Ar, Uso do Solo, Arborização Urbana, Esgoto Tratado e Resíduos Sólidos. (PMVA, 2007)

O Brasil, atualmente, apresenta um clima quente extremo agravado pelas mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global advindo das crescentes emissões de dióxido de carbono (CO₂) que aprisionam o calor e que também alcançaram níveis recordes segundo a OMM – Organização Meteorológica Mundial; o clima da Terra está mais quente que a média do século 20 nos últimos 406 meses consecutivos.

O aumento da temperatura é uma das alterações climáticas favorecida pelo ambiente construído devido às diferenças existentes entre as características térmicas dos materiais de construção e da vegetação. Neste sentido, a arborização urbana

planejada destaca-se como uma prioridade singular de municípios, estados, países no que tange a sua capacidade de amenizar as questões climáticas por meio da diminuição das amplitudes térmicas, de melhorar a qualidade do ar a ser respirado, de proteger o solo contra erosão, de proteger das forças dos ventos, de diminuir a poluição sonora, de absorver a poluição da atmosfera contribuindo ao refúgio da fauna, promovendo desta forma a ampliação da biodiversidade.

Portanto, esse trabalho teve como objetivo a elaboração de um software com a finalidade de conceder informações pertinentes sobre o censo arbóreo em escalas municipais. Esse software permite que o usuário com conhecimento mínimo em informática utilize-a para um fim específico, direto e preciso. Essa facilidade de utilização e a aplicabilidade específica da mesma a diferenciam de outros softwares disponíveis na área de Geoprocessamento, tornando-a indispensável à gestão das áreas verdes.

Com o desenvolvimento do software de interface simples e prática, busca-se auxiliar os gestores responsáveis pelo controle arbóreo da cidade e incentivar a população ao plantio de árvores, melhorando assim a qualidade de vida.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo desenvolver um software para plataforma desktop para a elaboração de um censo arbóreo, por meio de detecção de áreas plantadas, para as áreas verdes urbanas em escala municipal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1 Desenvolver um software para a elaboração do censo arbóreo para a quantificação do percentual das áreas plantadas total ou por setores;
- 2.2.2 Validar o software com um estudo do município de Votuporanga-SP.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ARBORIZAÇÃO URBANA

O aprofundamento dos estudos relativos à arborização urbana se faz cada vez mais necessário, na medida em que estes comprovam a contribuição da arborização na melhoria da qualidade de vida da população. Como consequência ocorre melhoria na qualidade de vida dos habitantes do ambiente urbano (PAIVA; GONÇALVES, 2002).

A arborização urbana é o conjunto de áreas públicas e privadas com vegetação predominantemente arbórea ou em estado natural que uma cidade apresenta, incluindo as árvores de ruas e avenidas, parques públicos e demais áreas verdes (MILANO, 1988).

A arborização urbana é tida como a relação entre ambiente arbóreo, estruturas e pessoas, envolvendo a cidade toda (GREY, 1996), tanto ruas e avenidas como praças e jardins.

Milano (1995) definiu a arborização como a soma de árvores que se desenvolvem na área pública ou privada do ambiente urbano, colaborando na qualidade de vida da população. Para o autor, inserem-se neste conceito, os *campi* universitários, que, em seu espaço verde, colaboram o desenvolvimento e a utilização de espécies vegetais mediante pesquisas acadêmicas.

Sanchotene (1994) define a arborização urbana, como um conjunto de árvores, sejam elas naturalmente estabelecidas ou implantadas, situadas no perímetro urbano, como praças, parques e universidades.

O estudo sobre a arborização urbana deve ser tratado de maneira global, integrando o programa de arborização de ruas e o sistema de áreas verdes, o que proporcionará grandes melhorias para as cidades. Apesar de a arborização ser considerada como um todo, os problemas recaem sobre a arborização de ruas que não conta com planejamento prévio, nem manutenção adequada (RACHID; COUTO, 1999).

Para Lima (1993),

a arborização urbana interfere na vida das pessoas de maneira direta, tanto física como psicologicamente. Na parte física, a arborização não se restringe a melhorar a estética de uma cidade, mas contribui, também, por deixar o microclima agradável, diminuir os ruídos dos carros, ordenar os espaços físicos, valorizando o imóvel e envolvendo

a comunidade. No plano psicológico, ajuda o ser humano ao mitigar a probabilidade de estresse.

Para Veras (1986), a arborização urbana caracteriza-se como um dos mais importantes elementos que compõem o ecossistema das cidades e que, pelos benefícios que produz, deveria ser uma preocupação permanente de todo e qualquer planejamento urbano

A arborização conecta-se a uma variedade de fatores, que não depende apenas do plantio de árvores em ruas e praças, mas que também devem objetivar a contribuição para o conforto visual, ao microclima e atenuar a poluição do ambiente urbano (MILANO, 1988).

Para Macêdo et al. (2012), arborizar representa mais que o simples gesto de plantar uma árvore, é necessário o conhecimento prévio de uma série de fatores sobre o local a ser arborizado e suas características particulares.

Romani et al. (2012) entendem a arborização urbana como um tema recente e que tem andado a passos curtos, considerando que a participação da população e dos órgãos públicos locais são de suma importância para seu desenvolvimento.

Sendo assim, a assimilação do conceito de arborização urbana conduz ao reconhecimento de forma coletiva e não individualmente, evoluindo para uma ideia mais abrangente e de maiores valores ecológicos (PAIVA; GONÇALVES, 2002).

3.1.1 A Importância da Arborização Urbana

A arborização é um elemento imprescindível para qualidade de vida urbana e deve ser tratado com maior preocupação e planejamento, a partir de planos que valorizem os aspectos ecológicos de cada espécie. A visão ecológica das espécies para arborizar uma cidade é importante, pois possibilita proteger a identidade de cada região, cultivando as espécies locais (KRAMER; KRUPK, 2012).

A presença do verde em praças e jardins, em especial de espécies arbóreas, é fundamental não só para criar áreas de microclimas, que atuam amenizando situações extremas, principalmente, as provocadas pelo excesso de espaços construídos e impermeabilizados, pela presença de poeira e de poluentes do ar, mas também por permitir a reciclagem do ar com a produção de oxigênio. (PASSOS; LOPES JR., 1998)

Nos grandes centros urbanos, as árvores têm um caráter essencial para a manutenção da qualidade de vida, pois proporcionam inúmeros benefícios para a

comunidade existente. Elas melhoram a qualidade do ar; oferecem sombra e amenizam as altas temperaturas; servem de abrigo e fornecem alimentos aos animais; funcionam como barreira acústica; melhoram as condições do solo; valorizam os imóveis do ponto de vista estético e ambiental; caracterizam a beleza natural da cidade e representam valores culturais da memória histórica da mesma (MACIEL ET AL., 2008).

Sather et al. (2004) elencam, ainda,

outras vantagens proporcionadas pela arborização urbana, como a aumento do valor de imóveis próximos a locais arborizados, queda nos custos da energia, melhor escoamento de águas pluviais, diminuição na erosão do solo, melhoria na qualidade da água, aumento nas atividades de recreação e maior sensação de bem-estar e saúde da população.

Os avanços microclimáticos decorrentes da arborização de cidades como um dos benefícios da implantação da vegetação nos espaços urbanos. Os mesmos autores lembram ainda que, a presença de árvores nestes ambientes, colabora com a filtragem de gases atmosféricos (CO₂ - dióxido de carbono), conseqüentemente contribuem para redução da temperatura.

Paiva e Gonçalves (2002) informam que a vegetação atua na amenização climática, no ambiente urbano, principalmente, sobre três aspectos:

- Intercepta os raios solares, criando áreas de sombreamento;
- Reduz a temperatura ambiente, evitando a incidência solar direta no concreto e asfalto;
- Umedece o ar devido à constante transpiração, eliminando água para o meio ambiente.

A arborização urbana contribui para o controle da poluição atmosférica, melhorando a qualidade do ar e reduzindo os níveis de poluição ambiental e visual (MILANO, 1988). Conforme Yang et al. (2005), a contaminação atmosférica no meio urbano é proveniente, principalmente de indústrias e veículos automotores.

As árvores, no meio urbano, podem proporcionar um papel significativo na redução do nível do gás carbônico atmosférico, uma vez que fixam o carbono durante a fotossíntese (McHALLE et al., 2007).

Lira Filho (2001 apud PAIVA; GONÇALVES, 2002) cita que os principais proveitos que se pode tirar das paisagens atuais estão relacionados aos benefícios

físicos e mentais que as mesmas são capazes de proporcionar à sociedade. São mudanças de comportamento que não somente afetam o envolvido diretamente com a paisagem, mas também se estendem para a sociedade em geral. Dependendo das características de cada paisagem, pode-se direcioná-la para os diferentes tipos de lazer: contemplativo, recreativo, esportivo e cultural (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Considerando o disposto no Manual Técnico de Arborização Urbana (2015), entre os benefícios trazidos pelas árvores, pode-se citar o aumento da permeabilidade do solo, que diminui a probabilidade de enchentes, o controle da temperatura e da umidade do ar, sombras sem necessidade de manutenção constante da pavimentação, aumento da biodiversidade, barreira contra ruídos, ventos e alta luminosidade, diminuição da poluição do ar, etc.

3.1.2 Planejamento da Arborização Urbana

Cada árvore possui características diferentes das outras, tendo assim que ter um planejamento quanto ao plantio de árvores no espaço urbano. Segundo Milano (1995), o planejamento e execução de projetos de arborização de ruas podem ser divididos em quatro etapas:

- a) Planejamento e controle – restringem-se à definição detalhada de planos, programas e projetos e ao controle da realização dos mesmos quanto a objetivos estabelecidos e resultados obtidos;
- b) Implantação – trata de efetivação prática das propostas estabelecidas no planejamento, incluindo a produção de mudas e seu efetivo plantio, com todos os seus procedimentos diversificados e detalhados;
- c) Manutenção – inclui as atividades de poda de condução e manutenção, o controle fitossanitário e a remoção de árvores doentes ou muito velhas; e
- d) Fiscalização – mantém a vigilância quanto ao comportamento da sociedade em relação às regras estabelecidas, incluindo: vistorias para fins de licenciamento, apuração de denúncias, aplicação de multas, acompanhamento da situação de áreas beneficiadas por incentivos fiscais, entre outros.

Segundo Machado et al. (2006), deve-se preconizar o uso de espécies nativas na arborização urbana, pois elas se revelam mais rústicas, menos exigentes em tratos

e, conseqüentemente, podem reduzir investimentos. Contudo, Paiva e Gonçalves (2002), ressaltam que não se deve substituir, totalmente, as espécies exóticas que se instalaram com perfeição no Brasil.

Dias (1996) afirma que

conhecer as espécies mais adequadas para a utilização na arborização demanda conhecimento de características como: tamanho, frutificação, caducifolia, porte, forma do tronco, presença de espinhos, emissão de odores, agressividade das raízes, velocidade de crescimento, durabilidade, rusticidade, resistência à poluição, impacto de pedestres, pragas e doenças, resistência ao vento, à seca, etc.

Para Oliveira e Ferreira (2005), é preciso compatibilizar a arborização urbana e a prestação de serviços de utilidade pública, e isso somente é possível através de um planejamento da arborização prevendo o uso de espécies adequadas. A falta de planejamento acarreta prejuízos e riscos de acidentes, exigindo constantes podas, cortes drásticos e algumas vezes a eliminação das árvores.

3.2 SILVICULTURA URBANA

O objetivo da silvicultura urbana é o cultivo e o manejo de árvores para a contribuição atual e potencial ao bem-estar fisiológico, social e econômico da sociedade urbana (COUTO, 1994).

Segundo MILANO & DALCIN (2000), existem aspectos positivos das árvores nas cidades os quais podem ser mensurados, avaliados e monitorados, caracterizando benefícios e, conseqüentemente, objetivos que passam a ser estabelecidos no planejamento:

- estabilização e melhoria microclimática;
- redução da poluição atmosférica;
- diminuição da poluição sonora;
- melhoria estética das cidades;
- ação sobre a saúde humana;
- benefícios econômicos, sociais e políticos.

O diagnóstico da silvicultura urbana é obtido, principalmente, por inventário arbóreo e serve como subsídio para o planejamento urbano.

Na silvicultura urbana existem trabalhos de levantamento utilizando sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica para o inventário de áreas verdes públicas e particulares, arborização viária e diagnóstico de ilhas de calor em áreas densamente ocupadas.

3.3 ILHAS DE CALOR

As áreas urbanizadas produzem efeitos na atmosfera da camada intra-urbana de uma região às diversas formas de uso e ocupação do solo e estrutura urbana. O grau de transformação das superfícies, os materiais utilizados, a rugosidade, a densidade, a permeabilidade do solo, a contaminação do ar e a geração local de calor, além de produzir efeitos na circulação e atrito da ventilação. A diferença de resposta térmica entre o ambiente urbano e o rural é principalmente marcada pelo desenvolvimento de ilhas de calor nas áreas urbanas (ROCHA; SOUZA; CASTILHO, 2011).

Lombardo (1985) esclarece que as cidades contribuem para a alteração do balanço de energia, gerando bolsões sobre as áreas urbanas, denominadas ilhas de calor. Esse fenômeno reflete a interferência do homem na dinâmica dos sistemas ambientais.

As áreas urbanas e suburbanas possuem ilhas de calor, onde o ar e as temperaturas das superfícies são mais quentes do que em áreas rurais circundantes já que muitos materiais de construção comuns absorvem e retêm mais calor do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas. A primeira razão para esse aquecimento é que a maior parte dos materiais de construção é impermeável e estanque, e por essa razão não há umidade disponível para dissipar o calor do sol; a segunda é que a combinação de materiais escuros de edifícios e pavimentos com configuração típica cânion absorve e armazena mais energia solar (GARTLAND, 2010).

Lombardo (1985) afirma que a ilha de calor urbana pode ser atribuída aos seguintes fatores:

- ✓ Efeitos da transformação de energia no interior da cidade, com formas específicas (estruturas verticais artificialmente criadas), cores e materiais de construção (condutibilidade);

- ✓ Redução do resfriamento causado pela diminuição da evaporação (poucas áreas verdes, transporte de água da chuva através de canalização);
- ✓ Produção de energia antropogênica, por meio da emissão de calor pelas indústrias, trânsito e habitações.

Gartland (2010) elenca cinco características fundamentais das ilhas de calor.

São elas:

a) são geralmente mais quentes após o pôr do sol, quando comparadas às áreas rurais e mais frescas ao amanhecer; b) as temperaturas do ar são elevadas em decorrência do aquecimento das superfícies urbanas, uma vez que estas absorvem mais calor do que a vegetação natural; c) as diferenças na temperatura do ar e na superfície são realçadas em dias calmos e claros; d) áreas com menos vegetação e mais urbanizadas tendem a ser mais quentes; e) criam colunas de ar mais quentes sobre as cidades e podem causar inversões de temperatura.

Segundo Coelho (2013), o processo de urbanização constitui uma das formas espaciais concebidas pela sociedade humana que mais alteram o ambiente físico, principalmente pela falta de planejamento da ocupação. Parte considerável desse processo ocorre com supressão das áreas verdes e substituição da superfície do solo por materiais não evaporativos e não porosos, como asfalto, concreto, entre outros, resultando em um aumento geral da temperatura da paisagem, um clima próprio ou clima urbano (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011; MONTEIRO, 1976). Seus efeitos mais diretos são sentidos pela população por meio da alteração do conforto térmico, da qualidade do ar, além de outras manifestações, deteriorando a qualidade de vida dos habitantes (MENDONÇA; DANNI-OLIVIERA, 2007).

Um dos efeitos mais significativos no clima urbano é o efeito “ilha de calor” e sua intensidade depende das condições micro e mesoclimáticas locais como as diversas edificações, usos e cobertura do solo, morfologia dos materiais constituintes, da baixa concentração de áreas verdes, dentre outros, como fatores potencializadores na geração do clima urbano (BRANDÃO, 2011).

3.4 LEVANTAMENTO ARBÓREO

A escolha das espécies vegetais deve estar apoiada em critérios técnico-científicos, que envolvam a análise das condições ambientais locais e as características fisiológicas e morfológicas das árvores. Para atingir o desenvolvimento satisfatório e o estado sadio das árvores, faz-se necessário também o planejamento prévio de práticas de manutenção, entre as quais monitoramento, irrigação, adubação, poda e controle fitossanitário são fundamentais (MILANO, 1995).

O conhecimento da flora urbana permite desenvolver planos de arborização que valorizem os aspectos paisagísticos e ecológicos, e que conseqüentemente, tragam benefícios diretos para os cidadãos (KRAMER; KRUPEK, 2012). Dessa forma, os inventários e os levantamentos florísticos das áreas urbanas assumem grande importância porque permitem fazer um diagnóstico das árvores, conhecer sua composição florística e sua diversidade, a fim de tomar decisões para maximizar seus serviços ecossistêmicos (ROMANI et al., 2012).

Diante do inventário da vegetação arbórea de uma cidade, é importante fazer sua análise de forma quali-quantitativa para determinar sua composição florística, conhecer seu estado e estimar alguns indicadores. Entre os índices mais comuns encontra-se o número de árvores por habitante, que permite estimar a quão arborizada é uma cidade. Além disso, quantifica o potencial que o conjunto das árvores tem para oferecer serviços ambientais frente às emissões de gases, principalmente CO₂ (dióxido de carbono), e demais contaminantes que são liberados na atmosfera (GONÇALVES, 2015).

Segundo o recomendado pela UNESCO, o ideal em toda cidade é ter pelo menos duas árvores por habitante (HÖFIG; SILVA, 2010), situação que dista muito da realidade da maioria das cidades brasileiras.

O uso de espécies nativas de cada região nos planos de arborização urbana deve ser promovido cada vez mais pelos órgãos de governo, universidades e ONGs ambientais, uma vez que elas contribuem na manutenção da diversidade e nos processos ecológicos, dão valor cultural às cidades, além de oferecer beleza na paisagem (CASTRO et al., 2011).

Para Lima (1995), não há uma receita geral. Cada cidade tem clima próprio e tipo de solo diferente. É importante que a diversidade da espécie seja respeitada e

que se dê preferência às árvores comuns da região. A regra número um de uma saudável política de arborização urbana é a diversificação das espécies.

3.5 IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Quando o espaço deixado para que as árvores se desenvolvam é pequeno comparado às suas necessidades, ocorre uma competição por espaço aéreo e subterrâneo. A árvore urbana precisa de um espaço de crescimento para sua parte aérea, para suas raízes possam receber água e nutrientes de forma adequada. O ideal seria que os passeios fossem compostos por partes permeáveis e não permeáveis. Nas permeáveis, poderia ser plantado grama. Nesse caso, as árvores ganhariam muito em termos de desenvolvimento (Velasco, 2003).

Diversos prejuízos ambientais como a poluição hídrica e atmosférica, a alta geração de resíduos, a perda da biodiversidade e a redução da cobertura vegetal advém da concentração populacional nos centros urbanos e da sua falta de planejamento. Além destas, uma das principais consequências do processo de urbanização é a degradação do recurso solo e a ocorrência de erosão (CADORIN; MELLO, 2011).

Árvores com área totalmente impermeabilizada ao redor do tronco, sem nenhuma área livre ou mesmo área livre insuficiente, são muito prejudicadas e podem morrer por falta de água, sufocamento ou estrangulamento. Além disso, esta impermeabilização exagerada dos solos nas cidades irá contribuir para a ocorrência de enchentes (LANGOWSKI; KLECHOWICZ, 2001).

Os impactos da impermeabilização do solo e da tradicional solução de direcionar o escoamento superficial por rede de dutos são redução da infiltração do solo; o volume que não infiltra fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. O uso de condutores acelera o escoamento, aumentando a vazão máxima e diminuindo o intervalo entre picos de máxima, o que tende a diminuir o nível do lençol freático e reduzir o escoamento subterrâneo. Por fim, a perda de cobertura vegetal gera a redução da evapotranspiração que, além de aumentar o escoamento superficial, diminui a umidade relativa do ar (FONTES, 2009).

3.6 A URBANIZAÇÃO BRASILEIRA

A urbanização brasileira ocorreu rápida e desordenadamente, sendo que em 1950, o Brasil era um país tipicamente rural e se tornou primordialmente urbano em apenas 20 anos (VICENTINO; DORIGO, 2002). Isto resultou em graves problemas socioambientais, os quais necessitam “políticas (programas, projetos e legislações) específicas que promovam a melhoria da qualidade de vida da população que habita essas cidades” (MENDONÇA; LIMA, 2000).

A urbanização brasileira posterior ao ano de 1970 configurou-se pela formação de redes urbanas; algumas foram polarizadas por grandes cidades ou constituíram metropolitanas com núcleos que não são constituídos por concentrações industriais, mas por complexos de serviços. Na configuração urbana típica, o centro metropolitano é formado por um conjunto de serviços de controle ao redor dos quais se organizam outros serviços que atendem necessidades da população (escolas, hospitais, cinemas, centros de cultura e de lazer). O que hoje em dia “organiza” a aglomeração urbana é, sem dúvida, o complexo de serviços, que constitui sua razão de ser (SINGER, 1979).

Milton Santos, em sua obra “A urbanização Brasileira” (1993), distinguiu quatro períodos que marcaram o processo de urbanização no país: o período colonial, o final do século XIX e primeira metade do século XX, o período compreendido entre as décadas de 1940 a 1970 e o pós década de 1970.

Como observa Santos (1993), esse período é marcado por uma “urbanização pretérita”, ou seja, naquele momento não estava consolidado um processo de urbanização, de incremento econômico e adoção de estilos, cultura, valores e modos urbanos.

O primeiro avanço do fenômeno da urbanização registrado no fim do século XIX teve reflexos na ocupação econômica do país na primeira metade do século XX quando a concentração populacional nas cidades revela ser maior o número da população ocupada em serviços do que o total da população economicamente ativa. Nesse contexto, a industrialização no país desenvolve-se, tendo como espaço privilegiado para sua dinâmica e reprodução a região Sudeste, especialmente, o Estado de São Paulo. Na década de 1930, a industrialização ganha um novo impulso, decorrente da ação do poder público, que confere ao país uma nova lógica econômica e territorial. Então, a partir dos anos 1940-1950, como o termo industrialização se torna

um processo social complexo (formando um mercado nacional e integrando-o), o processo de urbanização é ativado, passando a ser mais envolvente e mais presente no território (SANTOS, 1993).

Spósito (2001) comunga dessa ideia quando argumenta que “a partir da intensificação da produção industrial, tornada viável tanto graças ao capital acumulado, como pelo desenvolvimento técnico científico a que se denomina Revolução Industrial, a urbanização tomou ritmos muito acentuados”.

A região sudeste dinamiza seus subespaços, com o objetivo de expansão econômica, contribuindo, desse modo, para uma maior divisão do trabalho e um processo intenso de urbanização que se expressou entre os anos de 1960 e 2002 no aumento da população urbana e consequente elevação da taxa de urbanização (Navarro, 2005).

Não é mais prudente acreditar na visão economicista de que a urbanização é, por si só, decorrente dos padrões de distribuição da atividade econômica. Do mesmo modo, também se deve ir além da leitura dos demógrafos, que determinam que a urbanização e um processo de elevado aumento da população nas cidades (VILLAÇA, 2003).

As cidades brasileiras estão passando por um período de intensa urbanização, fato que se reflete de forma negativa na qualidade de vida de seus moradores. À crescente urbanização brasileira, temos associada a falta de um planejamento que considere as condições naturais de cada região brasileira (LOBODA; DE ANGELIS, 2005).

Os impactos socioambientais são um dos principais problemas advindo da ocupação urbana desordenada; a concentração urbana brasileira já ultrapassa a ordem de 80% da população, e o seu desenvolvimento tem sido realizado de forma pouco planejada. Sendo a urbanização uma transformação da sociedade, os impactos ambientais promovidos pelas aglomerações urbanas são, ao mesmo tempo, produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturada em classes sociais. (VIANA, 2007).

A urbanização crescente da humanidade, mesmo a latino-americana e mais especificamente a brasileira, cujo fenômeno de metropolização aparece como efeito mais intenso, tem preocupado aqueles que se relacionam profissionalmente com a questão do meio ambiente (LOMBARDO, 1985).

3.7 FUNÇÕES DAS ÁREAS VERDES

As áreas verdes são, em si mesmas, um pequeno ecossistema integrado por solo, água, vegetação e fauna e somente com o equilíbrio destes elementos estas áreas poderão satisfazer as expectativas sociais, estéticas, ambientais, psicológicas e fisiológicas (Falcón, 2007).

Oliveira (1996), por sua vez, explica as funções das áreas verdes urbanas e suas implicações ecológicas e sociais, deixando de lado as implicações estéticas, por entender que há a inexistência de abordagens, conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 - Funções da arborização urbana e suas implicações ecológicas e sociais

Funções	Implicações ecológicas	Implicações sociais
- interceptação, absorção e reflexão de radiação luminosa; - fotossíntese, produção primária líquida; - fluxo de energia.	- manutenção do equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos; - manutenção das altas taxas de evapotranspiração; - manutenção do microclima; - manutenção da fauna.	- conforto térmico; - conforto lúmnico; - manutenção da 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; - favorecimento de processo sucessional.	- prevenção de deslizamentos, voçorocas, ravinamentos e perda de solos; - preservação dos recursos hídricos para abastecimento e recreação.
- infiltração de água pluvial.	- redução do escoamento superficial; - recarga do aquífero; - diminuição na amplitude das hidrógrafas.	- prevenção de inundações.
- 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 meio urbano.	- manutenção da diversidade genética.	- aumento da riqueza da flora e fauna; - realce da biofilia.
- atenuação sonor.	- aspectos etológicos da fauna.	- conforto acústico.

Fonte: Oliveira (1996)

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, bem como, onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Entretanto, as árvores que

acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas (LIMA, 1994).

Para Guzzo (1999) é possível ainda considerar três papéis para áreas verdes: ecológica, estética e social. A função social está relacionada com os aspectos de interação e lazer dos cidadãos. Já a ecológica tem como função minimizar os efeitos e impactos que a industrialização vem causando nas cidades.

Sitte (1992) enfatiza que os espaços verdes são essenciais para a saúde, para o êxtase de espírito, que encontram repouso nessas paisagens naturais espalhadas no meio da cidade.

Portanto são inúmeras as funções das áreas verdes nas cidades. Elas podem atuar como filtradoras da poluição, agindo de forma a incentivar as relações sociais, ajudando no clima das cidades, contribuindo na fertilidade e permeabilidade dos solos e nas mudanças estéticas no entorno dos grandes edifícios (SITTE, 1992).

Vieira (2004) admite que as áreas verdes tendem a assumir diferentes papéis na sociedade e suas funções devem estar inter-relacionadas no ambiente urbano, de acordo com o tipo de uso a que se destinam.

Sendo assim, para ele, as funções destas áreas estariam relacionadas à:

- ✓ Função Social: possibilidade de lazer que essas áreas oferecem à população. Com relação a este aspecto, deve-se considerar a necessidade de hierarquização.
- ✓ Função Estética: diversificação da paisagem construída e embelezamento da cidade. Relacionada a este aspecto deve ser ressaltada a importância da vegetação.
- ✓ Função Ecológica: provimento de melhorias no clima da cidade e na qualidade do ar, água e solo, resultando no bem-estar dos habitantes, devido à presença da vegetação, do solo não impermeabilizado e de uma fauna mais diversificada nessas áreas.
- ✓ Função Educativa: possibilidade oferecida por tais esforços como ambiente para o desenvolvimento de atividades educativas, extraclasse e de programas de educação ambiental.
- ✓ Função Psicológica: possibilidade de realização de exercícios, de lazer e de recreação que funcionam como atividades “antiestresse” e relaxamento, uma vez que as pessoas entram em contato com os elementos naturais dessas áreas.

Diversos autores citam os benefícios que as áreas verdes podem trazer ao homem nas cidades, como: controle da poluição do ar e acústica, aumento do conforto ambiental, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, abrigo à fauna, equilíbrio do índice de umidade do ar, proteção de encostas, nascentes e mananciais, organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas, valorização visual e ornamental do ambiente, valorização econômica das propriedades, recreação, diversificação da paisagem construída (CAVALHEIRO; DEL PICCHIA, 1992; LIMA, 1994; HENK-OLIVEIRA, 1996; NUCCI, 1996; VIEIRA, 2004; TOLEDO; SANTOS, 2008).

Na medida em que os elementos naturais que compõem as áreas verdes minimizam impactos decorrentes da industrialização, as contribuições ecológicas delas ocorrem. A função estética está pautada, principalmente, no papel de integração entre os espaços construídos e os destinados à circulação. A função social está diretamente relacionada à oferta de espaços para o lazer da população (LOBODA; DE ANGELIS; 2005).

Del Rio (1986) atribui às funções retratadas não apenas às áreas verdes, mas às diferentes categorias de espaços livres de construção. Segundo o autor, estes espaços desempenham importantes funções no ambiente urbano como, social, cultural, funcional, higiênica ou organizacional.

Estes espaços associam-se também à promoção de atividades físicas, se apresentarem condições estruturais e equipamentos adequados às necessidades da população, programação de atividades, ambientes agradáveis e salubres e facilidade de acesso (entre outros fatores positivos) (FISHER; MICHAEL; CLEVELAND, 2004; PRETTY et al., 2005).

Um ambiente com boa qualidade poderá se tornar atrativo à população, que passará a frequentar estes espaços para a realização de atividades como caminhada, corrida, práticas desportivas, passeios, descanso e relaxamento; tão importantes na restauração da saúde física e mental (LONDE; MENDES, 2014)

Por desempenharem diferentes funções, estes espaços, assumem um importante papel nas cidades, no que se refere à qualidade ambiental, servindo de equilíbrio entre a vida urbana e o meio ambiente, quando são conservados e utilizados para este fim. Ao mesmo tempo, se dotadas de infraestruturas relacionadas à recreação e ao lazer, contribuem para a qualidade de vida da população. (AMORIM, 2001).

Lima e Amorim (2009) afirmam que a qualidade ambiental urbana pode ser considerada como um equilíbrio entre elementos da paisagem através de um ordenamento do espaço, conciliando principalmente os benefícios da vegetação com os diversos tipos de usos do solo através de um planejamento.

3.7.1 Classificação das Áreas Verdes

Segundo Groening (1976), para a obter uma ótima classificação das áreas verdes deve-se ser levada em consideração sua tipologia, ou seja, se são particulares, potencialmente coletivos (acesso permitido a uma comunidade restrita – clubes, pátios de escola e de indústria etc.) ou se são públicos.

As áreas verdes ditas coletivas (praças, parques, etc.) compreendem áreas verdes acessíveis à toda população sem qualquer discriminação, sendo também designadas como “de uso coletivo”, se opondo àquelas ditas “inacessíveis” (alguns remanescentes vegetais), sem as mínimas condições de visitação. As áreas verdes nos trevos e canteiros centrais de ruas e avenidas são denominadas “verde de acompanhamento viário” e, embora não sejam efetivamente inacessíveis, não são tidas como de uso coletivo, pois estão associadas a áreas de tráfego intenso e automóveis e geralmente não apresentam equipamentos para lazer. Às áreas designadas como “potencialmente coletivas”, cuja utilização é feita somente por parte da população (áreas internas de condomínios fechados) (OLIVEIRA, 1996).

Os espaços livres podem ser classificados segundo sua tipologia, ou seja, se são particulares, potencialmente coletivos ou públicos e, na sequência, segundo categorias, como, por exemplo, praças, jardins, verde viário (CAVALHEIRO; DEL PICCHIA, 1992).

Um grupo de pesquisadores tem utilizado metodologias que consideram o raio de influência dos serviços proporcionados pelas áreas verdes urbanas, nas adjacências das mesmas, possibilitando distribuir tais benefícios, adicionalmente, às áreas vizinhas, sejam bairros, setores, distritos. O procedimento básico para a utilização desta metodologia consiste em definir o traçado de uma figura geométrica para cada área verde na qual o seu benefício seja quantificado em termos de densidade, resultando da razão entre a superfície da área verde (m^2) e a superfície da área de distribuição dos benefícios (km^2) (ROSSET, 2005).

Uma área de influência para áreas verdes pode ser definida como uma medida da distância máxima hipotética que se espere que uma pessoa caminhe para atingi-la, a partir de sua residência, e pode ser determinada diretamente em termo de distância, ou estimada indiretamente baseado no tempo de percurso entre as residências e as áreas verdes. A vantagem desta técnica é que quando maior for o número de elementos provedores/consumidores de bens e serviços, no caso as áreas verdes, maior será o número de áreas de influência e, por decorrência, maior será a resolução espacial obtida nos modelos aplicados (OLIVEIRA; 1996)

Esta metodologia possui vantagem e desvantagem segundo Oliveira (1996). Na definição da área de influência cada polígono estaria associado a um e somente um elemento em questão, uma área verde.

3.8 SENSORIAMENTO REMOTO

O sensoriamento remoto pode ser entendido como o conjunto de atividades que tratam da obtenção de informação relativa aos recursos naturais da Terra ou seu meio ambiente, por meio de sensores instalados a bordo de plataformas em altitude (tais como balões, foguetes, aviões e satélites), os quais coletam a radiação eletromagnética emitida ou refletida por um alvo, convertendo-a em um sinal que é posteriormente processado em terra, com fins de geração de imagens (SLATER, 1980, apud ALMEIDA, 2010); é uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2002, apud SANTOS et. al., 2009).

O sensoriamento remoto pode ser determinado de uma forma ampla, como sendo a maneira de conseguir informações de um objeto ou alvo, sem que exista contato físico com ele. As informações são conseguidas utilizando-se a radiação eletromagnética refletida ou enunciada pelos alvos, causadas por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais como, por exemplo, o radar (ROSA, 2003, apud BARROS; SILVA; COSTA, 2016).

Segundo Novo (1992) o sensoriamento remoto é a utilização conjunta de modernos equipamentos como espaçonaves (os satélites artificiais) e as aeronaves (aviões), que conseguem registrar (rastrear e fotografar) toda superfície terrestre. Este registro é inicialmente digital, mas pode ser preparado para uma apresentação na

forma impressa. Por ser fruto de um esforço multidisciplinar que envolveu e ainda envolve avanços na Física, na Química, nas Biociências, Ciência da Computação e nas Geociências, o sensoriamento remoto é visto cada vez mais como um sistema de aquisição de informações.

Nesse sentido, o sensoriamento remoto veio a somar aos estudos ambientais, uma vez que proporciona uma maior facilidade de compreensão da dimensão dos impactos ambientais, principalmente, quando comparado com as imagens de satélites de tempos anteriores, criando subsídios para elaboração de soluções possíveis de recuperação e/ou ações para impedir a degradação da cobertura espacial de uma determinada área. Mais detalhadamente, segundo Altmann et al. (2009, apud SILVA; BARBOSA, 2014), o mapeamento do uso e da cobertura das terras retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais.

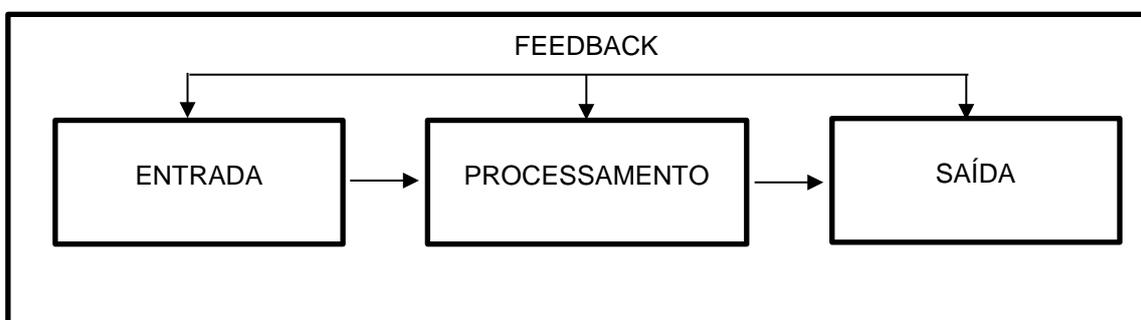
Com os recursos do sensoriamento remoto foi possível obter as imagens de alta resolução para a realização do presente trabalho.

3.9 SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Um sistema de informação pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização. Além de dar apoio à tomada de decisões, à coordenação e ao controle, esses sistemas também auxiliam os gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos (LAUDON; LAUDON, 2011)

Em um sistema de informação os dados são coletados, processados e transformados em informação, conforme a Figura 1. Stair (1998), destaca que: “...sistemas de informação é uma série de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam, manipulam e armazenam, disseminam os dados e informações e fornecem um mecanismo de feedback”.

Figura 1 - Componentes de um Sistema de Informação



Fonte: STAIR & REYNOLDS, 2002

Segundo Gil (1999) “...os sistemas de informação compreendem um conjunto de recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros agregados segundo uma sequência lógica para o processamento dos dados e a correspondente tradução em informações”.

Castells (1999) afirma que [...] chamo esse novo de desenvolvimento informacional, constituído pelo surgimento de um novo paradigma tecnológico baseado na tecnologia da informação [...]; é a busca por conhecimentos e informação que caracteriza a função tecnológica do informacionismo.

Os sistemas de informação dão apoio ao cumprimento das metas das organizações, seu uso envolve a identificação de áreas decisivas para o sucesso e produtividade.

Na concepção de Rezende (2002)

os sistemas de informação são um conjunto de partes que gerem informações, ou, também, o conjunto de software, hardware, recursos humanos e respectivos procedimentos que antecedem e sucedem o software. Tem como maior objetivo o apoio nos processos de tomada de decisões na empresa, e seu foco está direcionado ao principal negócio empresarial.

Para Stair; Reynolds (2002),

um sistema de informação constitui um tipo especial de sistema que pode ser definido de diferentes maneiras. É um conjunto de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam (processamento) e disseminam (saída) os dados e a informação e fornecem um mecanismo de *feedback* para atender a um objetivo.

Um sistema de informação consiste em três atividades básicas: entrada, processamento e saída que transformam dados originais em informação útil (LAUDON & LAUDON, 1999):

- A entrada envolve a captação ou coleta de fontes de dados brutos de dentro da organização ou de seu ambiente externo;
- O processamento envolve a conversão dessa entrada bruta em uma forma mais útil e apropriada;
- A saída envolve a transferência da informação processada às pessoas ou atividades que a usarão;
- O *feedback* é a saída que retorna aos membros adequados da organização para ajudá-los a refinar ou corrigir os dados de entrada.

Para O'Brien (2004), um sistema de informação depende dos recursos humanos, de hardware, software, dados e redes para executar atividades de entrada, processamento, produção, armazenamento e controle que convertem recursos de dados em produtos de informação.

A partir de 1985, a informação passou a ser utilizada como recurso estratégico. Dessa forma, os sistemas de informação começaram a ser vistos como essenciais, em função do sentido e do papel a eles atribuídos pelas organizações. Isso se tornou necessário, pois muitos executivos precisavam ter uma visão do que sua empresa estava representando no mercado (RODRIGUES, 1996).

O deslumbramento pela tecnologia nos fez esquecer o objetivo principal da informação: informar. Todos os computadores do mundo de nada servirão se os usuários não estiverem interessados na informação que esses computadores podem gerar. O aumento da largura de banda dos equipamentos de telecomunicações será inútil se os funcionários de uma empresa não compartilharem a informação que possuem (DAVENPORT, 2002).

Um sistema define-se como um conjunto de partes interagentes e interdependentes que conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e determinada função. Os elementos que compõem um sistema: as entradas, as saídas e os processos. Os elementos e as relações entre eles determinam como o sistema trabalha. Todo sistema pode ser dividido em subsistemas. Cada subsistema tem os mesmos elementos que um sistema e pode decompor-se até o nível desejado de detalhamento. Pode compor-se, sucessivamente, de subsistemas que se relacionam entre si, compondo um sistema maior. Nesse sentido, pode-se abordar um

sistema de informação como um subsistema do sistema empresa (STAIR; REYNOLDS, 2002; BIO, 1985; CAUTELLA; POLLONI, 1996; DIAS, 1985; TORRES, 1995).

Um dos objetivos dos sistemas de informação é assegurar que a informação esteja disponível quando for precisa, fiel e utilizável.

3.10 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

Partindo dos pressupostos teóricos determinados por Sebesta (2003, apud MURARI, 2008), foi verificado que os estudos dos conceitos de linguagens de programação são fundamentados por alguns benefícios potenciais:

- Aumento da capacidade de expressar ideias. O poder expressivo da linguagem em que os pensamentos são comunicados influencia a profundidade da capacidade intelectual;
- Maior embasamento para escolha de linguagens apropriadas. A familiaridade com os recursos particulares das diferentes linguagens de programação permite ao programador uma escolha fundamentada nas reais funções e aplicabilidades dessas linguagens;
- Capacidade aumentada para aprender novas linguagens. A aquisição de uma completa compreensão dos conceitos fundamentais das linguagens torna mais fácil a visualização da integração dos conceitos ao projeto da linguagem aprendida;
- Entender melhor a importância da implementação. A compreensão das questões de implementação possibilita o entendimento do porquê das linguagens serem projetadas de uma certa maneira, levando a capacidade de usar uma linguagem de modo mais inteligente, dispondo de todas as suas potencialidades;
- Aumento da capacidade de projetar novas linguagens. O conhecimento minucioso da projeção, caracterização e aplicação de cada linguagem pode significar um impulso na projeção de novas linguagens;
- Avanço global da computação. Uma visão global da computação, bem como dos conceitos das linguagens de programação podem determinar a popularização de uma linguagem em desuso da outra, visto que esse conhecimento possibilita ao programador a identificação das reais potencialidades das linguagens.

Ainda no propósito de examinar cuidadosamente os conceitos fundamentais das várias construções e das capacidades das linguagens de programação, fez-se necessário o estabelecimento de algumas considerações acerca dos critérios - legibilidade (simplicidade global, ortogonalidade, sintaxe); escrita (abstração) de avaliação da linguagem (MURARI, 2008)

A simplicidade global de uma linguagem de programação afeta fortemente sua legibilidade - facilidade com que os programas podem ser lidos e compreendidos. Entretanto, a complexidade, a multiplicidade de recursos - mais de uma maneira de realizar uma operação particular - e a sobrecarga - existência de mais de um significado para um único símbolo - são características que comprometem essa simplicidade, visto que os programadores, na maioria das vezes, preocupam-se em aprender unicamente os recursos básicos da linguagem a ser utilizada (MURARI, 2008).

A ortogonalidade - integração entre os conceitos, o grau de interação entre diferentes conceitos, e como eles podem ser combinados de maneira consistente; por exemplo, quando uma *string* não pode ser passada como parâmetro, os conceitos de *string* e parâmetro não podem interagir, e, portanto, há falta de ortogonalidade - está estreitamente relacionada à simplicidade: quanto mais ortogonalidade em um projeto de uma linguagem, menos exceções às regras da linguagem exigirão, o que significa um grau mais elevado de regularidade no projeto, o que torna a linguagem mais fácil de ser aprendida, lida e entendida (MURARI, 2008).

Uma outra característica significativa à legibilidade dos programas é a sintaxe ou a forma dos elementos de uma linguagem. A seguir, são apresentados três exemplos de opções de projeto sintático que afetam a legibilidade, segundo Murari (2008):

- Formas identificadoras: restrição dos identificadores a tamanhos muito pequenos que prejudicam a legibilidade.
- Palavras especiais: a aparência do programa e, desse modo, a sua legibilidade são fortemente influenciadas pelas formas das palavras especiais de uma linguagem.
- Forma e significado: projeção de instruções, a fim de que sua aparência indique, pelo menos parcialmente, sua finalidade, é um auxílio evidente para a legibilidade. A semântica, ou o significado, deve seguir diretamente da sintaxe ou da forma.

Fazendo referência à escrita, a abstração apresentou-se como um importante critério de avaliação a ser considerado. O grau de abstração permitido por uma linguagem de programação e a naturalidade de sua expressão são, por conseguinte, muito importantes para sua capacidade de escrita. Esse critério dá-se em duas categorias distintas: processo e dados; a abstração do processo é o uso de um subprograma para implementar um algoritmo de classificação exigido diversas vezes

em um programa e a de dados é o uso de vetores e números inteiros para implementar um algoritmo binário (MURARI, 2008)

3.11 LINGUAGEM JAVA

A linguagem Java foi projetada para ser utilizada no desenvolvimento de aplicações que consomem o mínimo de recursos do sistema e que possam ser executadas em diferentes plataformas de hardware e software. Os aplicativos em Java são compilados em um código de *bytes* independente de arquitetura.

Java é uma linguagem de programação de alto nível com as seguintes características, elencadas por Murari (2008):

- **Simples:** A simplicidade da Java deve-se ao fato de não possuir sobrecarga de operadores, aritmética de ponteiros e memória alocada dinamicamente, visto que essas memórias são gerenciadas pela própria linguagem.
- **Arquitetura neutra, portátil:** Por possuir uma neutralidade em relação à arquitetura do computador, os programas em Java são portáteis. Derivado de uma natureza distribuída de cliente/servidor, um importante recurso da Java é o suporte a clientes e servidores em configurações heterogêneas de redes.
- **Compilada e Interpretada:** A compilação dos programas da Java é feita em formato binário de código de *bytes*, que são interpretados por um ambiente de execução da Java específico da plataforma utilizada. Portanto, é ao mesmo tempo compilada e interpretada. Assim, permite a tradução de um programa Java para um código intermediário chamado de *bytecode*. Os *bytecodes* são independentes de arquiteturas. Com o interpretador, cada instrução *bytecode* é executada no computador. A compilação, em oposição à interpretação que acontece cada vez que o programa é executado, ocorre apenas uma vez.
- **Orientada a objetos:** As linguagens orientadas a objetos oferecem muitas vantagens sobre as linguagens procedurais tradicionais. Como os objetos encapsulam dados e funções relacionados em unidades coesas, é fácil localizar dependências de dados, isolar efeitos de alterações e realizar outras atividades de manutenção, e o mais importante, as linguagens OO facilitam a reutilização da estrutura de um programa.
- **Distribuída:** A linguagem Java realiza a distribuição de informações para compartilhamento e trabalho conjunto. Felizmente, para os programadores em Java, há uma biblioteca de procedimentos incluída nos códigos-fonte e de distribuição binária do Java. Isso facilita aos programadores o acesso remoto às informações.
- **Alto desempenho:** No desenvolvimento de sistemas implementados em Java, a interpretação de objetos de códigos de bytes proporciona desempenho aceitável. Entretanto, outras circunstâncias exigem desempenhos mais altos. A Java concilia

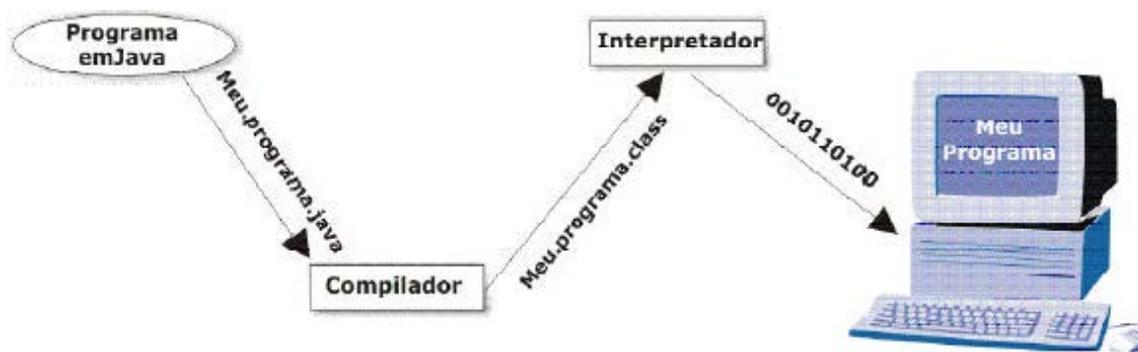
essas duas situações oferecendo a tradução dos códigos de *bytes* para o código de máquina nativo em tempo de execução.

- **Multithreaded:** Na Java, os objetos binários de códigos de *bytes* são formados por sequências de execuções múltiplas e simultâneas. Essas sequências são denominadas contextos de execução ou processos leves. Ela oferece suporte no nível de linguagem para multitarefa, resultando em uma abordagem de programação mais poderosa e de múltiplas faces.
- **Robusta:** A Java possui uma robustez que permite uma maior confiabilidade, ou seja, a maior parte da verificação de tipos de dados é realizada em tempo de compilação, e não em tempo de execução. Isso evita muitos erros e condições aleatórias nos aplicativos.
- **Segura:** Os aplicativos Java apresentam garantia de resistência contra vírus, pois não são capazes de acessar uma área temporária de armazenamento de dados que permite acesso aleatório, tais como pilhas ou memória do sistema. A autenticação do usuário, na Java, é implementada com um método de chave pública de criptografia. Isso impede, de maneira eficaz, que hackers e crackers examinem informações protegidas, como nomes e senhas de contas.
- **Dinâmica:** Os programas Java adaptam-se aos ambientes computacionais mutantes que são acessados dinamicamente e vendidos ou distribuídos separadamente dos aplicativos que deles dependem. Isso permite que os programadores tirem total proveito da orientação a objetos.

Ribeiro-Junior (2003 apud MURARI, 2008) esboçou a compilação e a interpretação de programas Java.

A Figura 2 ilustra o processo de compilação e interpretação de programas Java. Pode-se compilar os programas Java em qualquer plataforma que possua um compilador Java.

Figura 2 - Compilação e Interpretação de Programas Java



Fonte: Ribeiro-Junior (2003 apud MURARI, 2008)

O produto da compilação (*bytecodes*) pode então ser executado em qualquer implementação da Máquina Virtual Java. Portanto, o mesmo programa Java pode ser executado em qualquer sistema operacional sem a necessidade de recompilação (Figura 3).

Figura 3 - Execução de Programa em Java em Diversos Sistemas Operacionais



Fonte: Ribeiro-Junior (2003 apud MURARI, 2008)

A utilização da Java em multiplataforma é muito importante, porque os programadores não necessitam ficar preocupados em saber em qual máquina o programa será executado, uma vez que um mesmo programa pode ser usado num PC, num Mac ou em um computador de grande porte. É muito melhor para uma empresa desenvolver um software que possa ser executado em “qualquer lugar” independente da máquina do cliente. (FURGERI, 2002, apud MURARI, 2008).

O grande diferencial de Java em relação às outras linguagens de programação se refere ao fato de que ela foi concebida originalmente para ser usada no ambiente da *World Wide Web*. Nos últimos cinco anos, a grande maioria das linguagens tem buscado se adaptar a essa nova realidade e necessidade, entretanto a Java tem se destacado até o momento (FURGERI, 2002 apud MURARI, 2008).

3.12 ENGENHARIA DE SOFTWARE

Fritz Bauer (1969 apud PRESSMAN, 1995) propôs uma primeira definição de engenharia de software, na primeira grande conferência sobre o assunto: “O estabelecimento e uso de sólidos princípios de engenharia para que se possa obter

economicamente um software que seja confiável e que funcione eficientemente em máquinas reais.”

Seja sob a óptica da definição oferecida por Bauer (1969 apud MURARI, 2008), ou ainda, sob a das mais variadas definições, a consulta aos pressupostos teóricos e às aplicações práticas ofertadas pela área da engenharia de software é tida como uma exigência no processo de desenvolvimento de software.

Em “Engenharia de Software”, Pressman (1995 apud MURARI, 2008) fundamenta que essa ciência, área responsável pelo planejamento, desenvolvimento e manutenção dos softwares, abrange um conjunto de três elementos fundamentais - métodos, ferramentas e procedimentos.

Planejamento e estimativa de projeto, análise de requisitos de software e de sistemas, projeto da estrutura de dados, codificação, teste e manutenção e, muitas vezes, uma notação gráfica ou orientada à linguagem e um conjunto de critérios para a instauração e a manutenção da qualidade do software foram os métodos empregados na elaboração do sistema de informação.

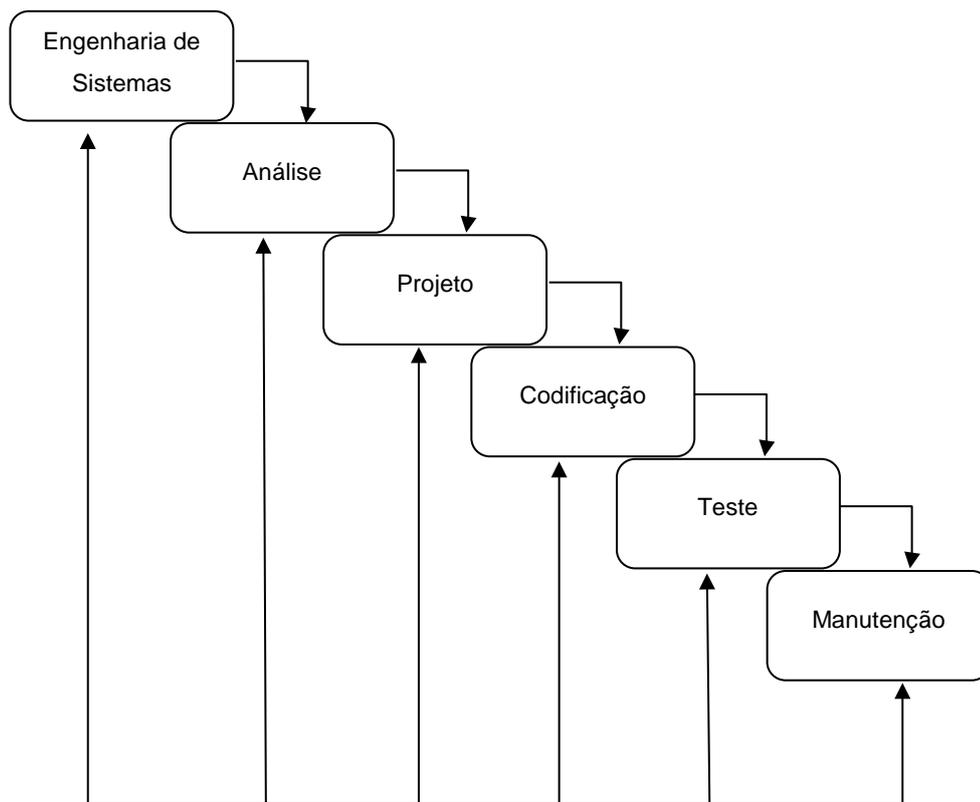
À medida que estabelece um sistema de suporte ao desenvolvimento do software, combinando software, hardware e um banco de dados de engenharia de software (uma estrutura de dados contendo importantes informações sobre análise, projeto, codificação e teste), a ferramenta de engenharia de software utilizada na construção do sistema de informação sustenta cada um dos métodos descritos anteriormente” (PRESSMAN, 1995 apud MURARI, 2008)

O paradigma de engenharia de software escolhido para o desenvolvimento do sistema de informação, tendo-se como base a natureza do projeto e da aplicação, os métodos e as ferramentas que seriam usados, os controles e os produtos que precisariam ser entregues, foi o paradigma do ciclo de vida clássico.

Na Figura 4 é ilustrado o paradigma do ciclo de vida clássico da engenharia de software, que requer uma abordagem sistemática, sequencial ao desenvolvimento do software. Essa abordagem é iniciada no nível de sistema e avança ao longo da análise, projeto, codificação, teste e manutenção.

Tão logo os requisitos de software foram analisados e especificados, foi iniciado o projeto de software, a primeira dentre as três atividades técnicas – projeto, codificação e teste – que são exigidas para se construir e verificar um software.

Figura 4 - Paradigma do Ciclo de Vida Clássico



Fonte: Pressman (1995 apud MURARI, 2008)

Dentre os requisitos de software indicados por Pressman (1995 apud MURARI, 2008) foram empregados, na construção do software, os modelos comportamentais, funcionais e de informação.

A importância do projeto de software para a construção do sistema de informação pode ser estabelecida com uma única palavra: qualidade. “O projeto é o lugar onde a qualidade é fomentada durante o processo de desenvolvimento. O projeto fornece representações do software que podem ser avaliadas quanto à qualidade” (PRESSMAN, 1995 apud MURARI, 2008).

Ao longo do processo de projeto em evolução, a qualidade do sistema de informação foi avaliada mediante uma série de revisões técnicas formais de projeto. O processo de projeto de engenharia de software realizado no sistema de informação, por meio da aplicação de princípios fundamentais, metodologia sistemática e revisão cuidadosa, foi responsável pela obtenção de um bom projeto (MURARI, 2008).

A atividade de teste do software do sistema de informação foi considerada um elemento crítico da garantia de qualidade de software e representou a última revisão de especificação, projeto e codificação (MURARI, 2008).

Durante todo o processo de desenvolvimento do sistema de informação e mesmo atualmente, quando ela já está sendo usada, o processo de manutenção do software ocorre porque não é razoável presumir que a atividade de testes de software descobrirá todos os erros latentes num sistema de software (MURARI, 2008).

O gerenciamento de configuração do software foi um conjunto de atividades que foi desenvolvido para administrar as mudanças em todo o ciclo de vida do software.

3.13 SOFTWARES NA ÁREA DE GEOPROCESSAMENTO

As atividades de captar, organizar e desenhar mapas, adquirir, manipular, analisar e apresentar os dados georreferenciados são desenvolvidas por meio de programas específicos que facilitam o trabalho de processamento dos dados, os softwares de geoprocessamento.

3.13.1 Spring

Segundo o informe Manuais-Tutorial de Geoprocessamento (2017), o Spring é um Sistema de Informações Geográficas (SIG), um banco de dados geográfico de 2º geração, para ambientes Windows, Linux e Mac. Os sistemas desta geração são concebidos para uso em conjunto com ambientes cliente-servidor, geralmente acoplados a gerenciadores de banco de dados relacionais, operando como um banco de dados geográfico.

O Spring:

- Opera como um banco de dados geográfico sem fronteiras e suporta grande volume de dados sem limitações de escala, projeção e fuso, mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco.
- Administra dados vetoriais como dados matriciais ("raster") e realiza a integração de dados de Sensoriamento Remoto num Sistema de Informações Geográficas. Aprimora a integração de dados geográficos, com a introdução explícita do conceito de objetos geográficos (entidades individuais), de mapas cadastrais, mapas de redes e campos.
- Provê um ambiente de trabalho amigável e poderoso, através da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente

programável pelo usuário (LEGAL - Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra), fornecendo ao usuário um ambiente interativo para visualizar, manipular e editar imagens e dados geográficos.

- Consegue escalabilidade completa, isto é, é capaz de operar com toda sua funcionalidade em ambientes variando de microcomputadores a estações de trabalho de alto desempenho.
- Sistema inovador, projetado inicialmente para redes de estações de trabalho baseadas na arquitetura RISC e ambiente operacional UNIX. Desenvolvido usando técnicas avançadas de programação, utilizando modelo de dados orientado a objetos, que melhor reflete a metodologia de trabalho de estudos ambientais e cadastrais.
- Adaptado a complexidade dos problemas ambientais, que requerem uma forte capacidade de integração de dados entre imagens de satélite, mapas temáticos e cadastrais e modelos numéricos de terreno. Adicionalmente, muitos dos sistemas disponíveis no mercado apresentam alta complexidade de uso e demandam tempo de aprendizado muito longo, ao contrário do SPRING.
- Preserva o investimento dos usuários dos sistemas mais antigos (SITIM, SGI e versões anteriores do SPRING), uma vez que todos os dados gerados nestes sistemas podem ser totalmente aproveitados (inclusive com topologia) nos novos ambientes.

3.13.2 ArcGIS

O ArcGIS é um conjunto de aplicativos computacionais de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) desenvolvido pela empresa norte-americana ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) que fornece ferramentas avançadas para análise espacial, manipulação de dados e cartografia (SANTOS, 2014)

Ele é usado para:

- criação e utilização de mapas;
- compilar dados geográficos;
- análise de informações mapeadas;
- compartilhar e descobrir informações geográficas;
- usar mapas e informações geográficas em uma gama de aplicações;

- gestão de informações geográficas numa base de dados.

A análise da paisagem urbana combinada com o sensoriamento remoto pode ser utilizada como uma ferramenta na compreensão de padrões das áreas verdes urbanas, bem como na avaliação da quantidade, distribuição e qualidade desta na cidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Todo o mapeamento arbóreo foi feito utilizando-se os parâmetros necessários para o desenvolvimento do software, que foi desenvolvido por meio da linguagem JAVA, por ser uma linguagem confiável, gratuita, robusta e portátil.

4.1 DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA A QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS

O desenvolvimento do software para a quantificação de áreas verdes urbanas através do percentual de cobertura arbórea da área urbana foram realizados conforme a Figura 5.

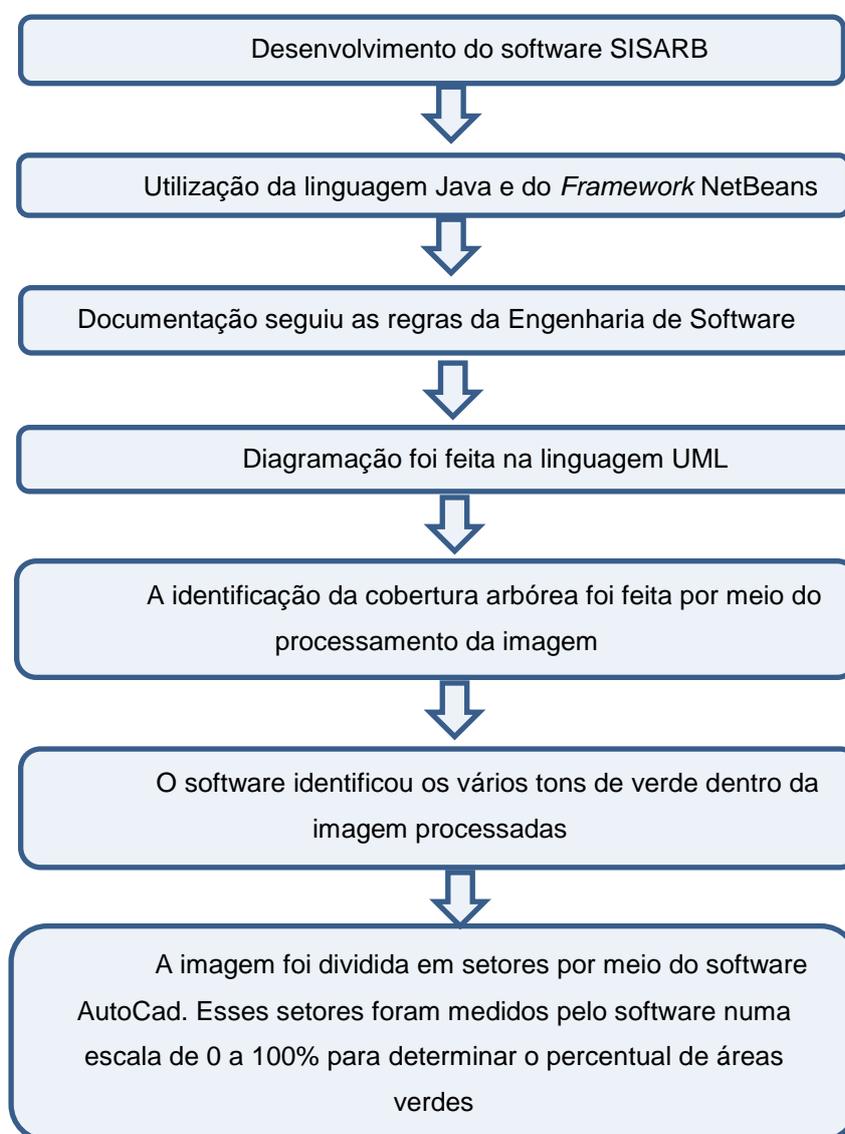
Para o desenvolvimento do software foi utilizada a linguagem Java e o *framework* NetBeans, já a documentação foi feita seguindo todas as regras da engenharia de software e a diagramação foi feita utilizando a linguagem de marcação UML.

A identificação da cobertura arbórea foi feita por meio do processamento da imagem em alta resolução possibilitado pelo software para a medição do censo arbóreo de forma a identificar os vários tons da cor verde que caracterizavam regiões arborizadas; árvores isoladas e áreas verdes para que fosse feita a quantificação das áreas verdes. Para isso as áreas verdes encontradas foram pintadas da cor rosa, apenas para ilustrar na imagem onde estavam localizadas e foi feito também a contabilização do total de área verde encontrada em porcentagem e também o total de área não verde encontrada na imagem.

4.1.1 Obtenção de Imagens de Alta Resolução e Delimitação dos Setores

A obtenção de imagens de alta resolução da área urbana e a delimitação dos setores foram feitas seguindo as etapas apresentadas na Figura 6.

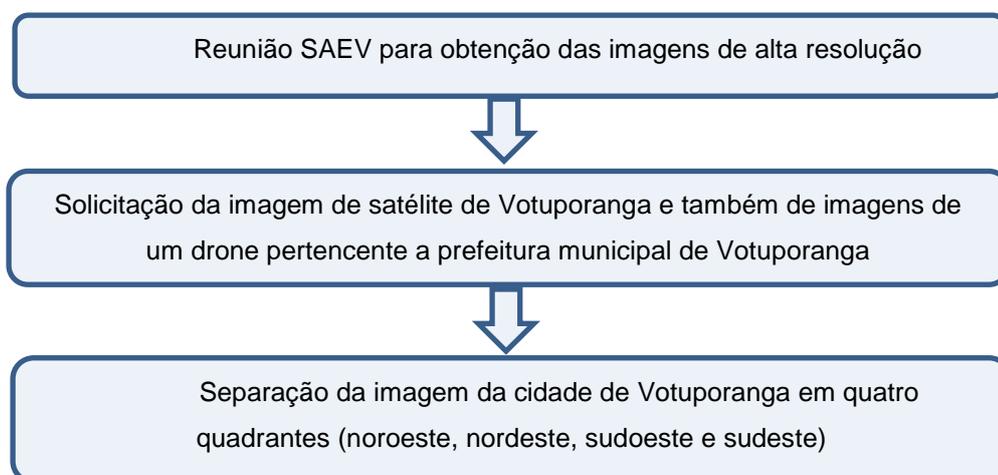
Figura 5 - Desenvolvimento de um software e de indicadores para a quantificação de áreas verdes urbanas e identificação e quantificação do percentual de cobertura arbórea da área urbana



Fonte: Autor, 2019.

Para a obtenção das imagens da área urbana a ser mapeada foi realizada uma reunião com o diretor do Departamento do Meio Ambiente da Superintendência de Água, Esgotos e Meio Ambiente de Votuporanga – SAEV para solicitar a autorização da obtenção da imagem em alta resolução, por via satélite e drone, da cidade. Posteriormente, essa solicitação foi encaminhada ao Setor de Meio Ambiente, responsável pela disponibilização da mesma.

Figura 6 - Obtenção de imagens de alta resolução da área urbana e delimitação dos setores



Fonte: Autor, 2019.

De posse da imagem da cidade modelo, o responsável do setor da SAEV, identificou, por meio de um trabalho topográfico realizado pela prefeitura, a demarcação por linhas separando em quatro quadrantes e para cada quadrante foram separados os bairros. Para a separação dos quadrantes foi utilizando o software AutoCad.

4.2 VALIDAÇÃO DO SOFTWARE SISTEMA DE INFORMAÇÃO DESKTOP PARA DELINEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA (SISARB)

A validação do software deu-se por meio da utilização da imagem de alta resolução da cidade de Votuporanga-SP, disponibilizada pela SAEV e pela Secretaria do Planejamento do Município quantificando o índice de áreas verdes de cada imagem dimensionada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA A QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS

Para ser realizada a modelagem desse software foi escolhida a UML - “*Unified Modeling Language*”, uma linguagem visual utilizada para a modelagem de sistemas computacionais por meio do paradigma de orientação a objetos.

O software foi implementado por meio da linguagem de programação Java, que se caracteriza por ser gratuita, portátil, robusta e segura.

Quanto ao uso do software não há restrição acerca da imagem a ser analisada, basta apenas que a mesma esteja em alta resolução com no mínimo 70 DPI.

Na Figura 7 está ilustrada a tabela RGB (*Red*, *Green* e *Blue*) da cor verde.

Para o desenvolvimento do software, a tabela RGB da cor verde foi considerada e o software foi programado para encontrar todos os tons de verde da imagem.

Observa-se que na Figura 7, na qual são mostrados 20 tons de cores, cada cor possui um código hexadecimal. Esse código hexadecimal trata-se de um sistema de numeração posicional que representa os números em base 16, sendo assim, utilizando 16 símbolos que são representados pelos números 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 do sistema decimal, além das letras A, B, C, D, E e F.

As cores exibidas em monitores e telas são definidas a partir do código hexadecimal, que é composto do sinal de sustenido (#) mais seis dígitos. Os dois primeiros definem a intensidade da cor vermelha, os dois do meio dizem respeito ao verde e os dois últimos, ao azul.

O código RGB é a abreviatura de um sistema de cores aditivas em que o vermelho (*red*), o verde (*green*) e o azul (*blue*) são combinados de várias formas de modo a reproduzir um largo espectro cromático. O propósito principal do sistema RGB é a reprodução de cores em dispositivos eletrônicos como monitores de TV e computadores, retroprojetores, scanners e câmeras digitais.

Uma cor no modelo de cores RGB pode ser descrita pela indicação da quantidade de vermelho, verde e azul que contém e cada uma pode variar entre o mínimo (completamente escuro) e máximo (completamente intenso). Quando todas as cores estão no mínimo, o resultado é a cor preta, e se todas estiverem no máximo, o resultado é a cor branca.

Figura 7 - Tabela RGB da cor verde utilizada como espectro de cor para a localização dos pontos na programação do sistema informatizado - SISARB para o delineamento das áreas verdes urbanas

Nome da Cor	Código hexadecimal	Código RGB
DarkSlateGray	#2F4F4F	(47,79,79)
MediumSpringGreen	#00FA9A	(0,250,154)
SpringGreen	#00FF7F	(0,255,127)
PaleGreen	#98FB98	(152,251,152)
LightGreen	#90EE90	(144,238,144)
DarkSeaGreen	#8FBC8F	(143,188,143)
MediumSeaGreen	#3CB371	(60,179,113)
SeaGreen	#2E8B57	(46,139,87)
DarkGreen	#006400	(0,100,0)
Green	#008000	(0,128,0)
ForestGreen	#228B22	(34,139,34)
LimeGreen	#32CD32	(50,205,50)
Lime	#00FF00	(0,255,0)
LawnGreen	#7CFC00	(124,252,0)
Chartreuse	#7FFF00	(127,255,0)
GreenYellow	#ADFF2F	(173,255,47)
YellowGreen	#9ACD32	(154,205,50)
OliveDrab	6B8E23	(107,142,35)
DarkOliveGreen	#556B2F	(85,107,47)
Olive	#808000	(128,128,0)

Fonte: <https://celke.com.br/artigo/tabela-de-cores-html-nome-hexadecimal-rgb>, 2019

A determinação do ator do software está representada na Figura 8.

Figura 8 - Definição do ator para o sistema informatizado - SISARB para o delineamento das áreas verdes urbanas



Fonte: Autor, 2018.

Após a análise da descrição do problema do sistema e o levantamento de requisitos, ficou determinado apenas um ator.

5.1.1 Listas de Casos de Uso

Em relação aos requisitos do sistema, foram definidos os casos de uso representados por 03 eventos.

No Quadro 2, são mostrados os eventos que o usuário pode realizar no sistema.

Quadro 2 - Definição dos eventos para o sistema informatizado - SISARB para o delineamento de áreas verdes urbanas

Descrição dos eventos
Usuário escolhe a imagem
Usuário escolhe a porcentagem
Usuário solicita verificação de área verde

Fonte: Autor, 2018.

Primeiramente, o usuário escolhe a imagem a ser utilizada para fazer o levantamento das áreas verdes, clicando no botão da tela principal chamado de “Usuário escolhe a imagem”. O usuário pode escolher a imagem armazenada em seu computador ou em um dispositivo externo, esta imagem deverá ter uma alta resolução com no mínimo 70 DPI.

No segundo evento, o usuário escolhe a porcentagem de verde que o sistema deve analisar na imagem, clicando no botão “buscar” da tela principal chamado de

“Usuário escolhe a porcentagem”. Essa porcentagem pode ser de 0 a 100% com um intervalo de 10% entre elas.

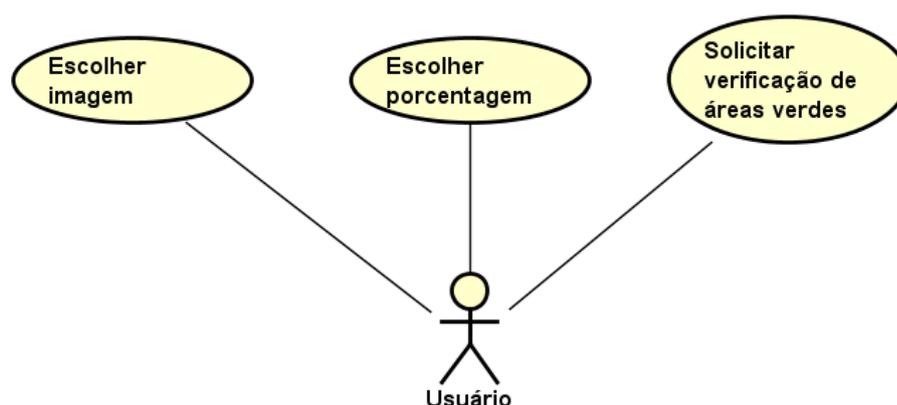
No terceiro evento, chamado “usuário solicita verificação das áreas verdes”, o usuário solicita ao sistema que faça a verificação de todas áreas verdes contidas na imagem e apresente os resultados levando em consideração a porcentagem selecionada no evento 02. Quando o usuário aciona esse botão o software fará o processamento da imagem trazendo as áreas verdes encontradas em porcentagem e quantidade de área não verdes também em porcentagem.

5.1.2 Diagramas de Casos de Uso

Considerando que o software deste trabalho terá apenas um ator, todos os eventos selecionados na lista de casos de usos estarão determinados para este único ator.

No diagrama de casos de uso, dado na Figura 9, são representadas as responsabilidades pertinentes ao ator “usuário”.

Figura 9 - Diagrama de casos de uso do ator usuário para o sistema informatizado - SISARB para o delineamento de áreas verdes urbanas



powered by Astah

Fonte: Autor, 2018.

No primeiro caso de uso, chamado “Escolher imagem”, o “usuário” deverá escolher a imagem em alta resolução para ser processada pelo sistema. Esta imagem pode estar armazenada no seu computador ou em um dispositivo externo.

No segundo caso de uso, chamado “Escolher porcentagem”, o “usuário” deverá escolher a porcentagem de verde que ele quer que o sistema identifique na imagem. Essa porcentagem possui uma variação de 0 a 100% com intervalos de 10% entre eles.

Já no terceiro caso de uso, chamado “Solicitar verificação de áreas verdes”, o “usuário” solicita ao sistema que faça a verificação de todas áreas verdes contidas na imagem e apresente os resultados levando em consideração a porcentagem selecionada no caso de uso anterior. Quando o usuário aciona esse botão o software fará o processamento da imagem trazendo as áreas verdes encontradas em porcentagem e quantidade de área não verdes também em porcentagem. Esta imagem deverá ter uma alta resolução com no mínimo 70 DPI.

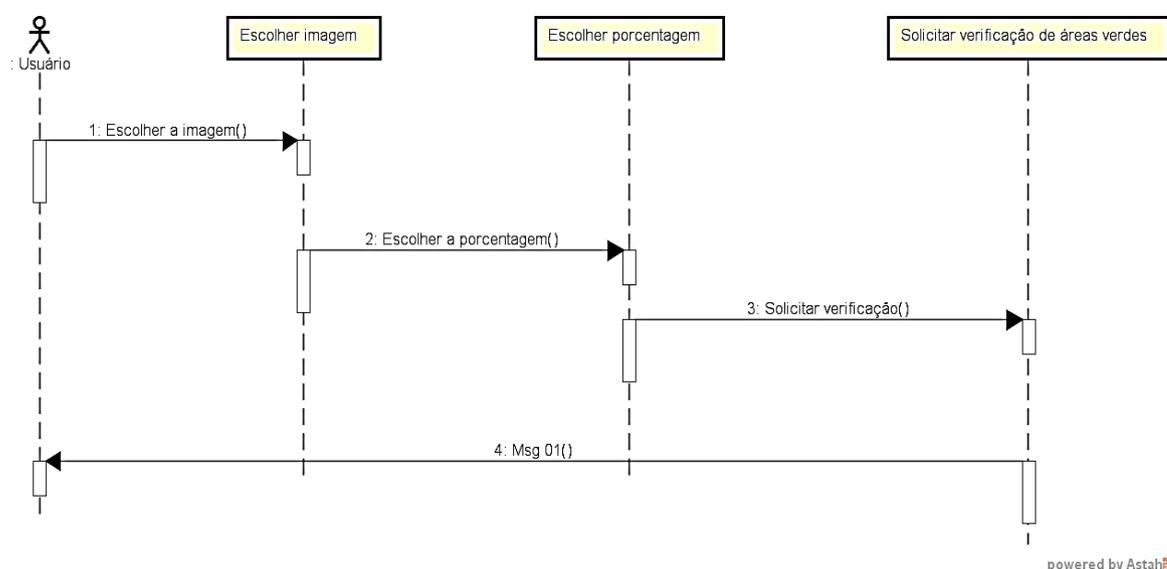
Um diagrama de casos de uso apresenta os casos de uso do sistema; cada caso de uso é apresentado com os seus diagramas (classes e sequências) e com a descrição textual do seu comportamento. Ele é utilizado para demonstrar o comportamento externo do sistema na visão do usuário, evidenciando as funções que o usuário poderá utilizar (GUEDES, 2005).

5.1.3 Diagrama de Sequência

No diagrama de sequência, dado na Figura 10, são representadas as sequências de comandos pertinentes ao ator usuário para fazer o processamento de uma imagem. Esse diagrama descreve a maneira como os grupos de objetos colaboram em algum comportamento ao longo do tempo, ele registra o comportamento de um único caso de uso e exhibe os objetos e as mensagens passadas entre os objetos no caso de uso.

É usado também para representar interações entre objetos de um cenário, realizadas por meio de operações ou métodos, também dá ênfase a ordenação temporal em que as mensagens são trocadas entre os objetos de um sistema.

Figura 10 - Diagrama de seqüência do ator usuário para o sistema informatizado - SISARB para o delineamento de áreas verdes urbanas



Fonte: Autor, 2018.

Como é observado no diagrama de seqüência (Figura 10), para escolher a imagem, a porcentagem e para solicitar a verificação de áreas verdes, faz-se necessário que o “usuário” do sistema escolha uma imagem de alta resolução da cidade a ser analisada juntamente com a porcentagem de áreas verdes e solicite que o sistema faça a verificação. Após processada a imagem, o sistema retorna à mesma com as áreas verdes pintadas de rosa, juntamente com a porcentagem de áreas verdes encontradas; a coloração rosa foi escolhida pelo fato da mesma destacar-se nos tons habituais de uma imagem aérea de uma cidade.

O diagrama de seqüência ilustra uma interação que dá destaque à ordenação temporal das mensagens e à organização estrutural dos objetos que enviam e recebem mensagens; é utilizado para fazer a modelagem dos aspectos dinâmicos do sistema, tais como: instâncias concretas ou prototípicas de classes, *interfaces*, componentes e nós, juntamente com as mensagens que são trocadas (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2000).

No diagrama de seqüência, é permitido visualizar, especificar, construir e documentar e modelar um determinado fluxo de controle de um caso de uso. Não é importante somente para a modelagem de aspectos dinâmicos do sistema, mas também para a construção de sistemas executáveis (MURARI, 2008).

5.1.4 Condições para Obtenção da Imagem para o Uso no Software

Para que a imagem possa ser utilizada e atenda às condições do software, torna-se necessário que a imagem aérea seja tirada em um horário que o sol esteja propiciando uma boa iluminação na região em que será registrada a imagem.

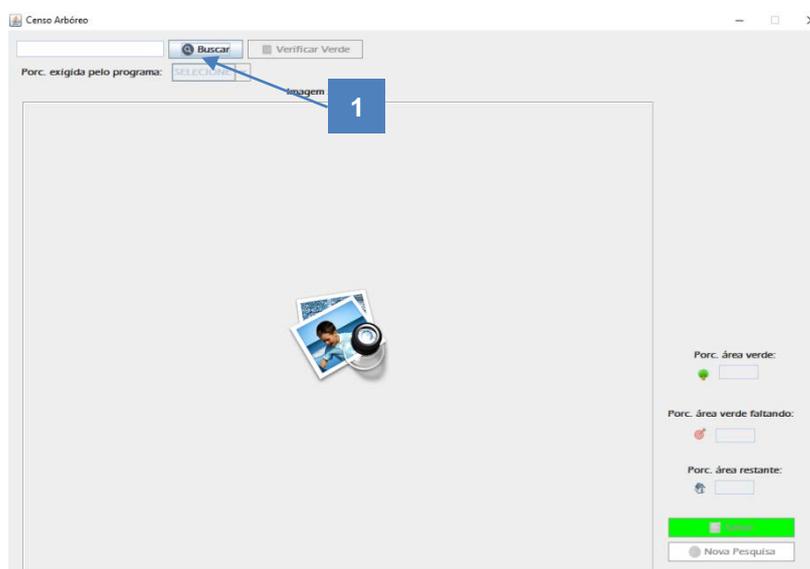
Não é indicado que essa imagem aérea seja feita quando o tempo estiver nublado ou apresentar muitas nuvens e ainda na presença de floração ou seca.

Ressalta-se que a imagem precisa possuir alta resolução com no mínimo 70 DPI e com o formato do arquivo em JPEG ou PNG.

5.1.5 Apresentação do Sistema de Informação Desktop para Delineamento da Arborização Urbana - SISARB

A tela inicial do software desenvolvido está apresentada na Figura 11.

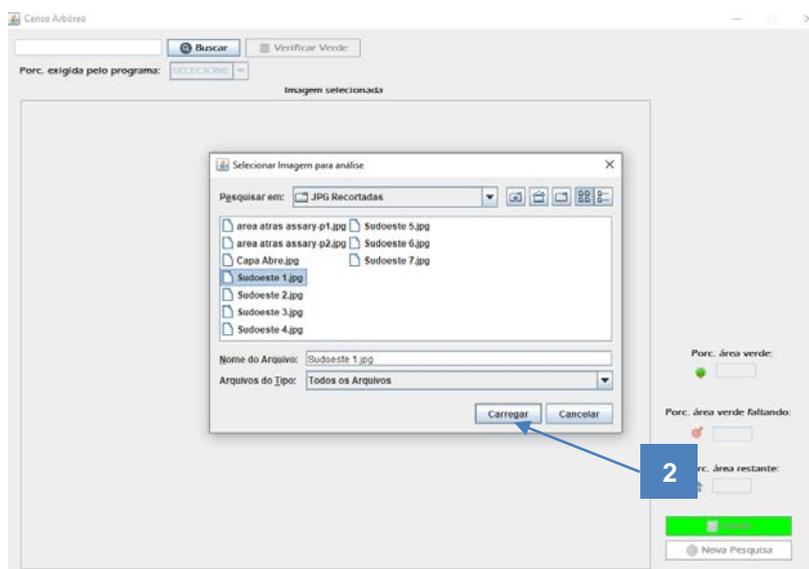
Figura 11 - Tela inicial do sistema informatizado - SISARB para a realização do censo arbóreo



Fonte: Autor, 2018.

Observa-se na Figura 11, como etapa inicial para utilização do software, a seleção da imagem a ser analisada clicando no botão “buscar” (seta 1). Após essa etapa, o usuário será direcionado para uma próxima tela, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Tela do sistema informatizado - SISARB demonstrando a função buscar a imagem a ser analisada



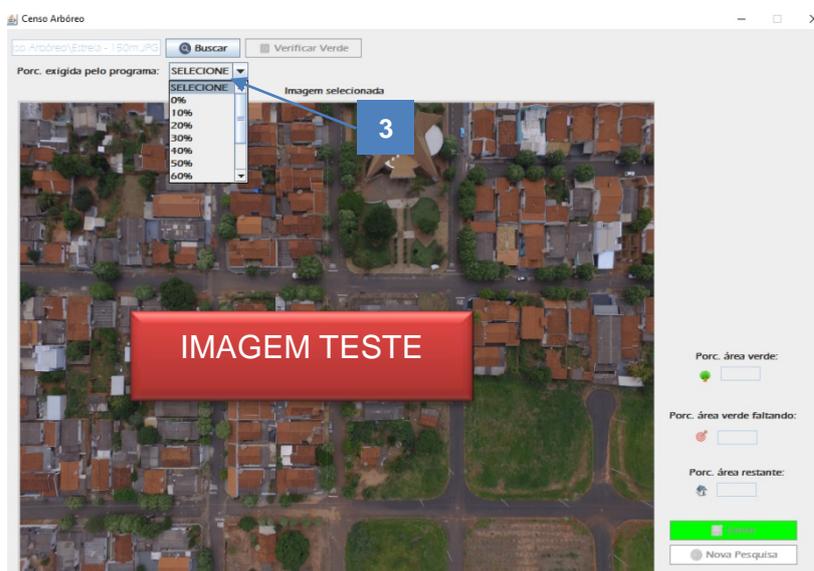
Fonte: Autor, 2018.

Na Figura 12, apresenta-se a tela com a opção do botão buscar. Nessa tela, o usuário poderá selecionar a imagem para análise do percentual de áreas verdes conforme ilustra a seta 2, permitindo que o usuário escolha a imagem a ser analisada no seu próprio computador ou em algum dispositivo de armazenamento. O usuário deverá escolher uma imagem com alta resolução com no mínimo 70 DPI e com a extensão do arquivo em JPEG ou PNG.

Na Figura 13, apresenta-se a tela com a opção de selecionar a porcentagem de área verde que o sistema pretende encontrar. Essa porcentagem possui uma variação de 0 a 100%, com intervalos entre eles de 10%.

Após essa etapa, o usuário seleciona a opção de verificar verde selecionando o botão 4 indicado na Figura 14, tornando-se possível o processamento da imagem para verificar se a mesma possui a quantidade de percentual de área verde selecionada. Nessa etapa, o software processará a imagem e encontrará a porcentagem de áreas verdes; o percentual de áreas verdes faltante e o percentual de área restante.

Figura 13 - Tela do sistema informatizado - SISARB para determinar a porcentagem de área verde que se pretende encontrar



Fonte: Autor, 2018.

Figura 14 - Tela do sistema informatizado - SISARB para determinar a quantidade de área verde que a imagem possui



Fonte: Autor, 2018.

Essa opção permitirá ao software efetuar o processamento da imagem e o tempo necessário para essa operação dependerá do tamanho da imagem e do poder de processamento da máquina utilizada.

O processamento de uma imagem não é uma tarefa simples, quando se inicia é realizada a filtragem de ruídos e a correção de distorções geométricas. Após esse processo, os objetos que serão analisados precisam ser separados do plano de fundo da imagem, o que significa que é necessário identificar, por meio de um processo de segmentação, características constantes e descontinuidades. Além disso, também são aplicadas técnicas que utilizam várias estratégias de otimização para minimizar o desvio entre os dados da imagem e um modelo que incorpora conhecimento sobre os objetos da mesma. A partir da forma geométrica dos objetos da imagem, resultante da segmentação feita anteriormente, pode-se utilizar operadores morfológicos para analisar e modificar essa forma, bem como extrair informações adicionais do objeto, as quais podem ser úteis na sua classificação. A classificação de objetos em uma imagem é considerada como uma das tarefas de mais alto nível e tem como objetivo reconhecer, verificar ou inferir a identidade dos objetos a partir das características e representações obtidas pelas etapas de processamento.

5.1.6 Obtenção de Imagens de Alta Resolução e Delimitação dos Setores

A imagem de satélite de alta resolução da cidade modelo (Votuporanga-SP) foi cedida pela SAEV e, após a obtenção da mesma, ela foi dividida em quatro quadrantes, utilizando-se o programa de computador AutoCad. Como resultado desse processo, obteve-se quatro setores denominados de noroeste, nordeste, sudoeste e sudeste.

Observou-se, após esse mapeamento, que a cidade de Votuporanga é delimitada por 161 bairros, (Anexo 1); estão localizados 44 bairros na região Noroeste, 47 bairros na região Nordeste, 36 bairros na região Sudoeste e 34 bairros na região Sudeste, conforme agrupados na Tabela 1.

Os principais bairros da cidade de Votuporanga indicados pela Superintendência de Água, Esgotos e Meio Ambiente de Votuporanga estão citados no Quadro 3.

Considerando a divisão dos quadrantes do mapa da cidade de Votuporanga, destaca-se os principais bairros (Quadro 3) da cidade, levando em consideração para essa classificação a importância econômica desses bairros para a cidade.

Tabela 1 - Bairros da cidade de Votuporanga/SP agrupados por Região

Regiões	Quantidades de Bairros
Noroeste	44
Nordeste	47
Sudoeste	36
Sudeste	34

Fonte: Autor, 2018.

Quadro 3 - Principais bairros da cidade de Votuporanga / SP

Bairros	Regiões
Parque Boa Vista	Noroeste
Jardim Paraíso	Noroeste
Santa Luzia	Noroeste
Jardim Brisa Suave	Nordeste
Pozzobon	Nordeste
Vila Nasser Marão	Nordeste
Jardim Progresso	Sudoeste
Cidade Nova	Sudoeste
Bairro da Estação	Sudoeste
São Cosme	Sudeste
Vale do Sol	Sudeste
Parque Bela Vista	Sudeste

Fonte: Autor, 2018.

Para uma visualização ampliada de cada um dos quadrantes da cidade modelo utilizada neste estudo, ilustrou-se cada parte por meio das Figuras 15 a 18, utilizando a imagem de satélite de alta resolução para cada setor correspondente da cidade de Votuporanga.

Na Figura 15, observa-se a imagem de satélite do setor nordeste da cidade do estudo. Essa região é formada por 47 bairros destacando-se o bairro Pozzobon por

Figura 15 - Imagem de satélite do setor nordeste da cidade de Votuporanga-SP



Fonte: Arquivos da SAEV, 2018.

ter uma alta concentração de lojas comerciais, aumentando, assim, o poder econômico desta região da cidade.

Na Figura 16, observa-se a imagem de satélite do setor noroeste da cidade modelo. Essa região é formada por 44 bairros e concentra algumas indústrias da área moveleira e da fabricação de carrocerias para caminhões. É uma região famosa pela alta concentração de trabalhadores.

Figura 16 - Imagem de satélite do setor noroeste da cidade de Votuporanga-SP



Fonte: Arquivos da SAEV, 2018.

A imagem de satélite do setor sudeste da cidade de Votuporanga-SP está ilustrada na Figura 17. Essa região é formada por 34 bairros e a maioria deles é residencial.

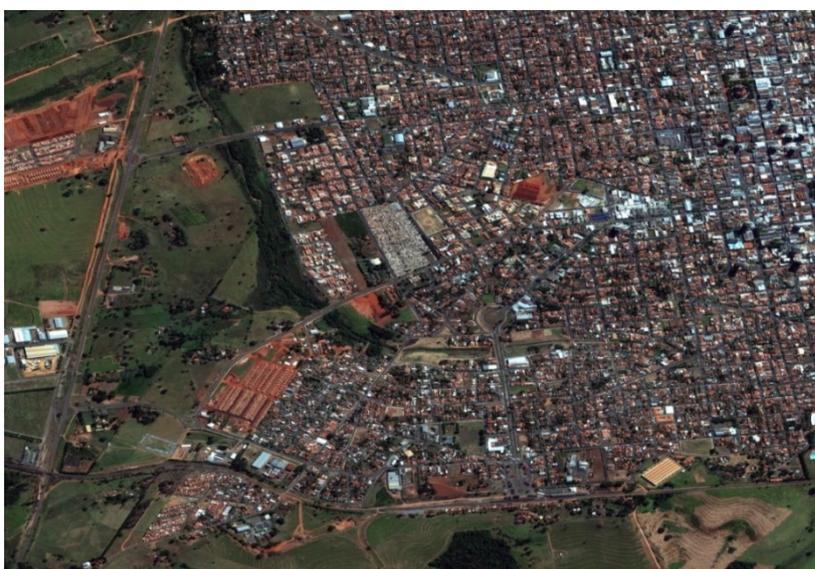
Figura 17 - Imagem de satélite do setor sudeste da cidade de Votuporanga-SP



Fonte: Arquivos da SAEV, 2018.

Na Figura 18, observa-se a imagem de satélite do setor sudoeste da cidade modelo. Essa região é formada por 36 bairros e a maioria deles é residencial.

Figura 18 - Imagem de satélite do setor sudoeste da cidade de Votuporanga-SP



Fonte: Arquivos da SAEV, 2018.

5.2 VALIDAÇÃO DO SOFTWARE SISTEMA DE INFORMAÇÃO DESKTOP PARA DELINEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA (SISARB)

A validação do Sistema de Informação Desktop para Delineamento da Arborização Urbana - SISARB foi realizada utilizando-se como cidade modelo Votuporanga-SP. Para isso, utilizou-se a imagem de satélite de alta resolução cedida pelos órgãos municipais da mesma (Figura 19).

5.2.1 Caracterização da Cidade de Votuporanga-SP

A cidade de Votuporanga está localizada na região noroeste do Estado de São Paulo, próxima à cidade de São José do Rio Preto e distante cerca de 520 km da capital do Estado, São Paulo.

Possui uma área de 421,034 km², localizada na região noroeste do Estado de São Paulo, no paralelo 20° 25s de Latitude e Meridiano 49° 58s de Longitude Greenwich, a uma altitude de 525 metros.

Sua localização exata no globo terrestre é Latitude 20° 25m 02s, Longitude 49° 58m 22s, Altitude de 525 metros.

O relevo é constituído por superfícies planas e o solo se caracteriza como de média e alta fertilidade, o clima é subtropical úmido com temperatura média anual de 24°C (máxima de 37° e mínima de 10°C) e precipitação pluviométrica de 1.300 mm. Votuporanga possui mais de 300 mil árvores e 100 reservas ecológicas, espaços de áreas verdes e APP's (nascentes e córregos) e tem o índice acima do recomendado pela OMS com 40 m² de cobertura de área verde por habitante; a OMS recomenda que exista, no mínimo, 12m² de área verde por habitante.

O clima de Votuporanga é tropical com inverno seco com temperatura média compensada anual em torno dos 24°C, tendo a média das máximas de 30°C e das mínimas 19°C. O índice pluviométrico é de 1345 milímetros anuais, concentrados nos meses de primavera e verão, enquanto no inverno os valores despencam, podendo, em alguns dias, ficar abaixo dos 20%.

Os habitantes se chamam votuporangenses, e o último censo contabilizou 84.692 habitantes.

Figura 19 - Imagem de satélite de alta resolução da cidade de Votuporanga-SP



Fonte: Arquivos da SAEV, 2018

5.2.2 Delineamento da Arborização da Cidade Modelo Utilizando o SISARB

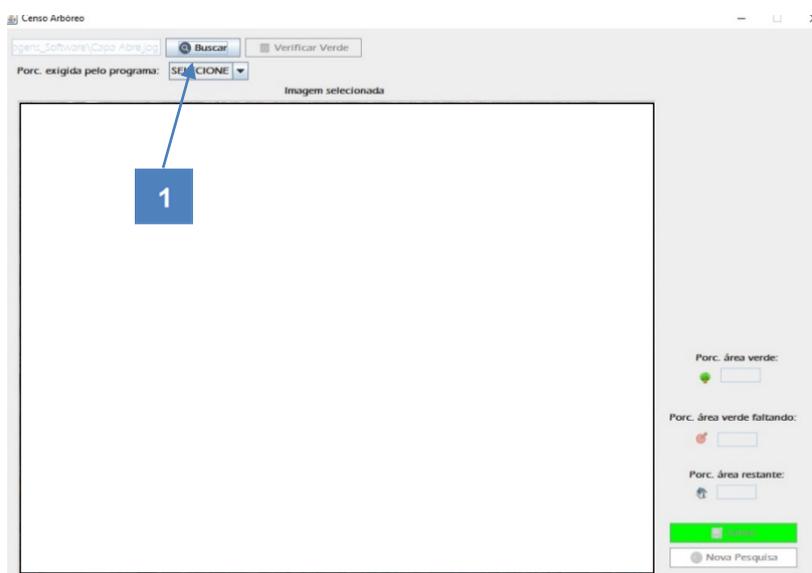
Para o delineamento arbóreo da cidade modelo (Figura 20), inicialmente, buscou-se a imagem de alta resolução da cidade para o processamento. Para tanto, a mesma deverá estar armazenada em um arquivo no computador ou em um dispositivo externo. Observa-se na seta 1 a ilustração do botão que o usuário deverá acessar para buscar a imagem a ser processada, essa imagem deverá estar em um arquivo no formato JPEG ou PNG.

A tela do software SISARB com o resultado do processamento da imagem de parte do setor sudoeste da cidade de Votuporanga está apresentado na Figura 21.

Observa-se na Figura 21, que no botão da seta 2 o usuário escolherá a porcentagem de verde que ele quer que o software encontre na imagem e que o botão da seta 3 deverá ser acionado, em sequência, pelo usuário para o software processar a imagem.

Quando o usuário escolhe a porcentagem de verde, o sistema permite que ele escolha entre 0 a 100% com intervalos de 10% entre eles; essa funcionalidade foi inserida no sistema para facilitar a visualização do usuário já que o programa PMVA traz um mínimo de área verde exigido para cada cidade a cada ano.

Figura 20 - Tela do sistema informatizado - SISARB que permite buscar a imagem antes do resultado do processamento da imagem de parte do setor sudoeste de Votuporanga – SP



Fonte: Autor, 2018.

A identificação da área verde pelo SISARB pode ser observada na Figura 22.

No *layout* ilustrado na Figura 22, observa-se a imagem de parte do setor sudoeste da cidade de Votuporanga marcada com pontos na cor rosa, sendo esses pontos representativos de todas as copas de árvores na cor verde identificadas pelo software.

A seta 4 mostra a porcentagem total encontrada de áreas verdes (13%) em relação aos 30% selecionados.

A seta 5 traz a porcentagem faltante ou excedente (17%) da informação solicitada dos 30% que foram selecionados.

A seta 6 traz a porcentagem faltante (87%) para a porcentagem total de 100%.

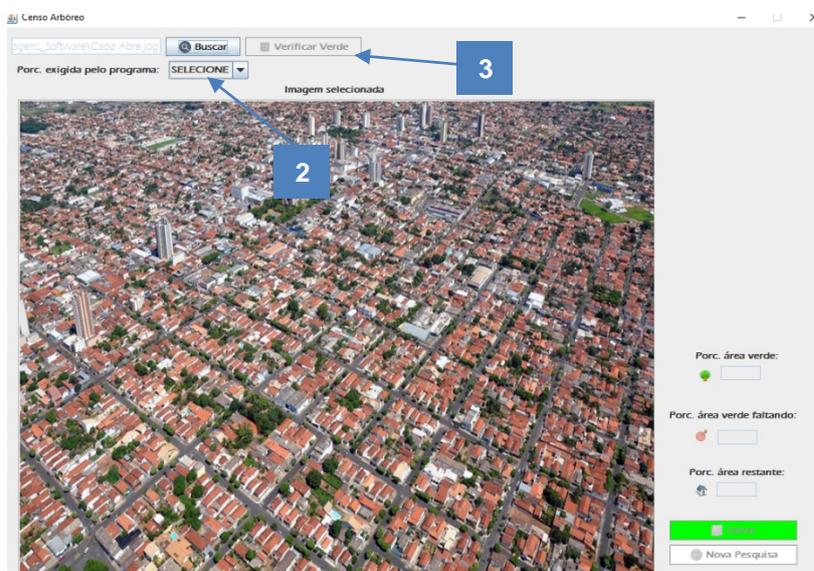
A seta 7 permite o salvamento da imagem processada.

A seta 8 permite a realização de uma nova pesquisa.

Segundo o censo realizado pela SAEV de forma manual em 2017, nessa mesma área testada pelo SISARB, obteve-se somente 10% de área verde, porém, a contabilidade feita pelo software para o ano de 2018 mostrou um valor igual a 13%.

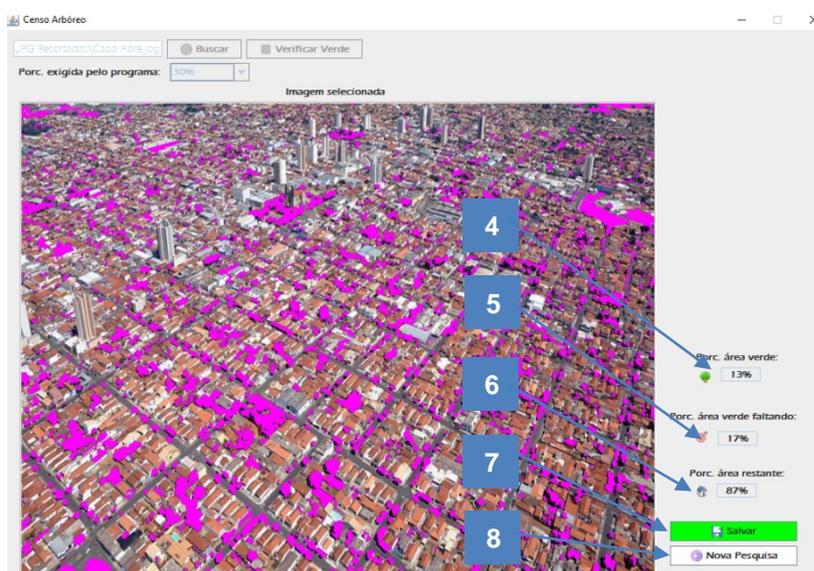
Esse censo manual realizado pela SAEV foi por meio de agentes percorrendo as ruas e contando as áreas verdes existentes nas mesmas e também medindo em diâmetros a copa das árvores por meio da projeção de suas sombras.

Figura 21 - Tela do sistema informatizado - SISARB antes do processamento da imagem de uma região de parte do setor sudoeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

Figura 22 - Tela do sistema informatizado - SISARB com o processamento da imagem de uma região de parte do setor sudoeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

Esse resultado mostrou que o software está realizando o cálculo de forma adequada e coerente, considerando um pequeno aumento de área verde um ano após a última medição. Esse aumento de área verde pode ser justificado devido às ações realizadas pela cidade de Votuporanga para atingir o ponto de excelência no

Programa Verde-Azul, realizado pelo governo do Estado de São Paulo, do qual ela participa.

5.2.3 Delineamento da Arborização do Setor Nordeste da Cidade Modelo Utilizando o SISARB

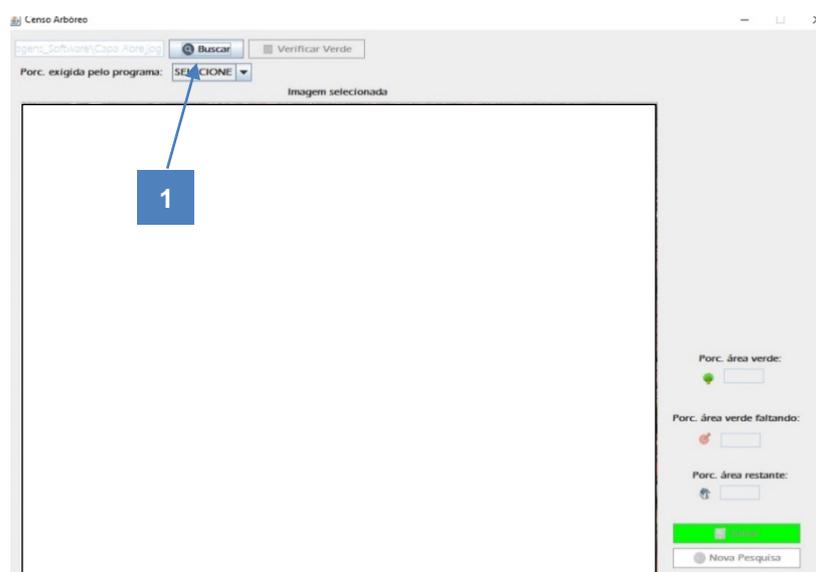
Para o delineamento arbóreo da cidade modelo (Figura 23), inicialmente, buscou-se a imagem de alta resolução do setor nordeste da cidade para o processamento. Para tanto, a mesma estava armazenada em um arquivo no computador. Observa-se na seta 1 a ilustração do botão que o usuário deverá acessar para buscar a imagem a ser processada.

A tela do software SISARB com o resultado do processamento da imagem do setor nordeste da cidade de Votuporanga está apresentado na Figura 24.

Observa-se na Figura 24, que no botão da seta 2 o usuário escolherá a porcentagem de verde que ele quer que o software encontre na imagem e que o botão da seta 3 deverá ser acionado, em sequência, pelo usuário para o software processar a imagem.

Figura 23 - Tela do sistema informatizado - SISARB que permite buscar a imagem antes do resultado do processamento da imagem do setor nordeste de Votuporanga

– SP



Fonte: Autor, 2018.

A identificação da área verde pelo SISARB pode ser observada na Figura 25.

No *layout* ilustrado na Figura 25, observa-se a imagem do setor nordeste da cidade de Votuporanga marcada com pontos na cor rosa, sendo esses pontos representativos de todas as copas de árvores na cor verde identificadas pelo software.

A seta 4 mostra a porcentagem total encontrada de áreas verdes (33%) em relação aos 20% selecionados.

A seta 5 traz a porcentagem faltante ou excedente (13%) da informação solicitada dos 20% que foram selecionados.

A seta 6 traz a porcentagem faltante (67%) para a porcentagem total de 100%.

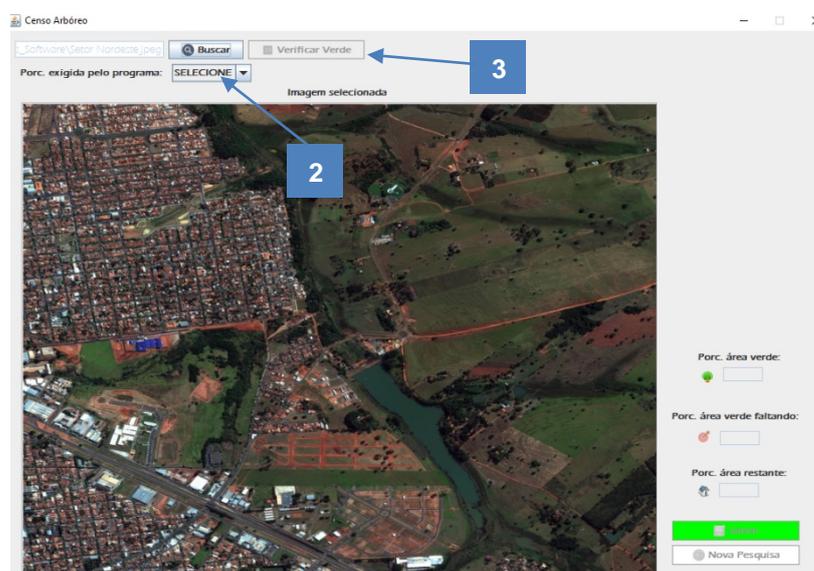
A seta 7 permite o salvamento da imagem processada.

A seta 8 permite a realização de uma nova pesquisa.

Essa região foi a que mostrou maior área verde em relação as demais, mas, ainda assim, perante as regras do PMVA, ficou bem abaixo do exigido pelo programa que exige um mínimo de 60% de áreas verdes, porém esse mínimo possui uma variação de ano a ano estipulada pelos organizadores do programa PMVA.

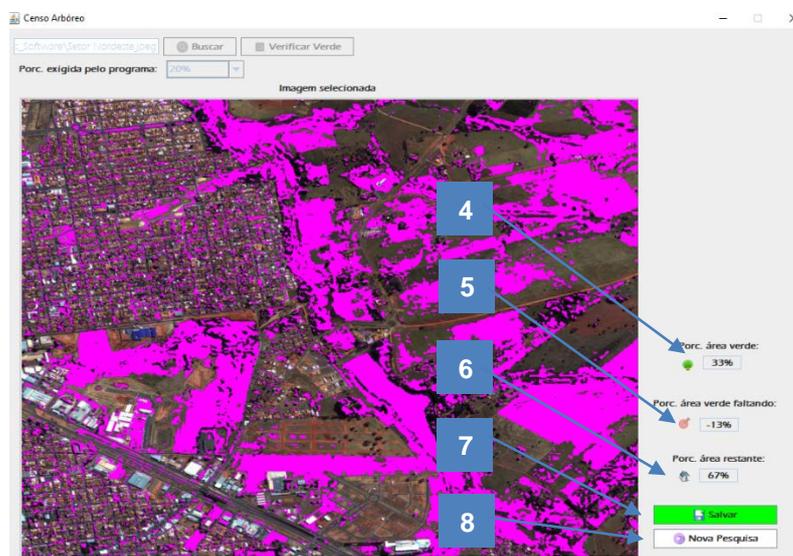
Ressalta-se que nessa região ainda encontra-se uma boa parte de área rural com bastante predominância de áreas verdes, porém esse fato possui uma variação muito grande, pois depende do estado em que esteja essas áreas, que podem estar tombadas para uma plantação ou podem, até mesmo, estar em uma época de seca em que as áreas verdes ficam com outra coloração.

Figura 24 - Tela do sistema informatizado - SISARB antes do processamento da imagem de uma região do setor nordeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

Figura 25 - Tela do sistema informatizado - SISARB com o processamento da imagem de uma região do setor nordeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

5.2.4 Delineamento da Arborização do Setor Noroeste da Cidade Modelo Utilizando o SISARB

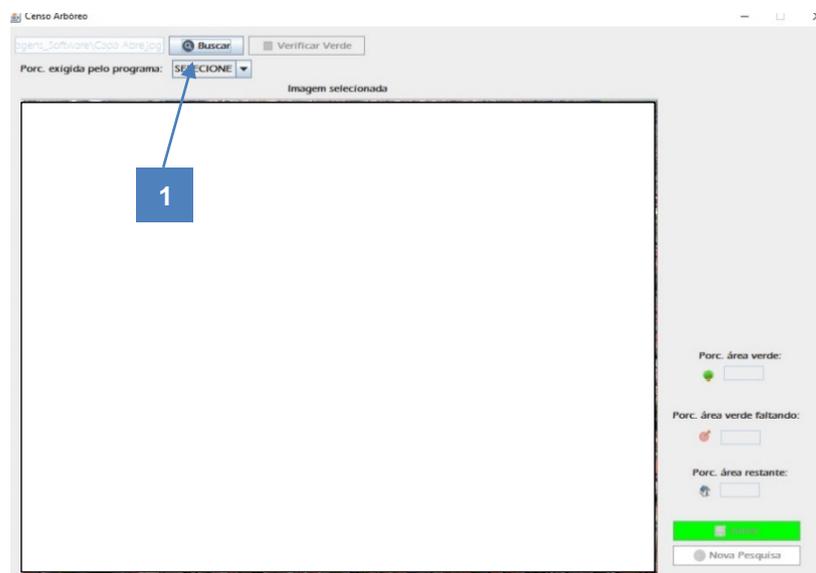
Para o delineamento arbóreo da cidade modelo (Figura 26), inicialmente, buscou-se a imagem de alta resolução do setor noroeste da cidade para o processamento. Para tanto, a mesma estava armazenada em um arquivo no computador. Observa-se na seta 1 a ilustração do botão que o usuário deverá acessar para buscar a imagem a ser processada.

A tela do software SISARB com o resultado do processamento da imagem do setor noroeste da cidade de Votuporanga está apresentado na Figura 27.

Observa-se na Figura 27, que no botão da seta 2 o usuário escolherá a porcentagem de verde que ele quer que o software encontre na imagem e que o botão da seta 3 deverá ser acionado, em sequência, pelo usuário para o software processar a imagem.

Essa funcionalidade em que a porcentagem de verde pode ser escolhida entre 0 a 100% com intervalos de 10% entre eles, foi inserida no sistema para facilitar a visualização do usuário já que o programa PMVA traz um mínimo de área verde exigido para cada cidade a cada ano.

Figura 26 - Tela do sistema informatizado - SISARB que permite buscar a imagem antes do resultado do processamento da imagem do setor noroeste de Votuporanga – SP



Fonte: Autor, 2018.

A identificação da área verde pelo SISARB pode ser observada na Figura 28.

No *layout* ilustrado na Figura 28, observa-se a imagem do setor noroeste da cidade de Votuporanga marcada com pontos na cor rosa, sendo esses pontos representativos de todas as copas de árvores na cor verde identificadas pelo software.

A seta 4 mostra a porcentagem total encontrada de áreas verdes (23%) em relação aos 20% selecionados.

A seta 5 traz a porcentagem faltante ou excedente (3%) da informação solicitada dos 20% que foram selecionados.

A seta 6 traz a porcentagem faltante (77%) para a porcentagem total de 100%.

A seta 7 permite o salvamento da imagem processada.

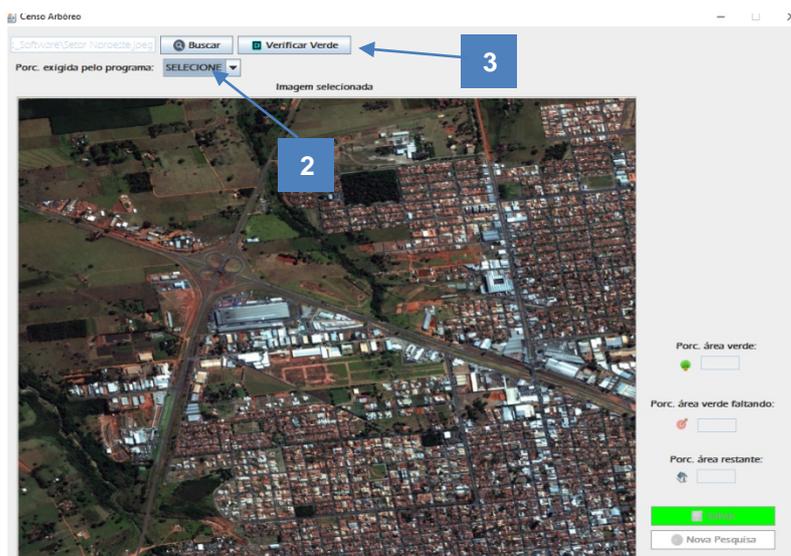
A seta 8 permite a realização de uma nova pesquisa.

Essa região mostrou 23% de área verde menor que outras regiões analisadas, mais perante as regras do PMVA ficou bem abaixo do exigido pelo programa que exige um mínimo de 60% de áreas verdes, porém esse mínimo possui uma variação de ano a ano estipulada pelos organizadores do programa PMVA.

Ressalta-se que nessa região ainda encontra-se uma boa parte de área rural com bastante predominância de áreas verdes, porém esse fato possui uma variação

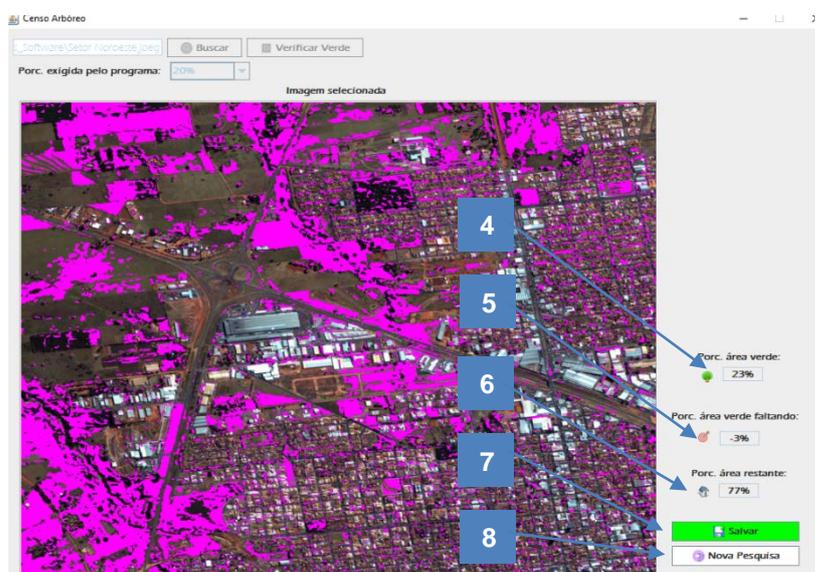
muito grande, pois depende do estado em que esteja essas áreas, que podem estar tombadas para uma plantação ou podem, até mesmo, estar em uma época de seca em que as áreas verdes ficam com outra coloração.

Figura 27 - Tela do sistema informatizado - SISARB antes do processamento da imagem de uma região do setor noroeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

Figura 28 - Tela do sistema informatizado - SISARB com o processamento da imagem de uma região do setor noroeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

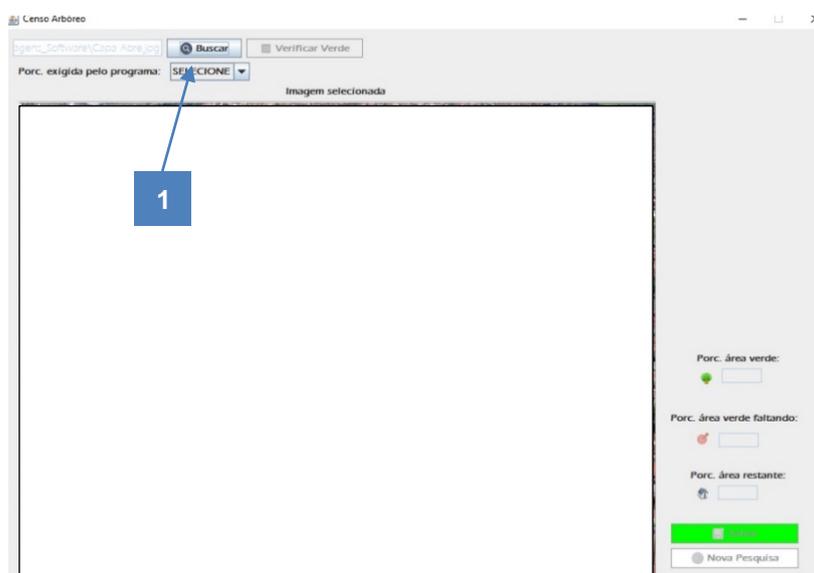
5.2.5 Delineamento da Arborização do Setor Sudeste da Cidade Modelo Utilizando o SISARB

Para o delineamento arbóreo da cidade modelo (Figura 29), inicialmente, buscou-se a imagem de alta resolução do setor sudeste da cidade para o processamento. Para tanto, a mesma estava armazenada em um arquivo no computador. Observa-se na seta 1 a ilustração do botão que o usuário deverá acessar para buscar a imagem a ser processada.

A tela do software SISARB com o resultado do processamento da imagem do setor sudeste da cidade de Votuporanga está apresentado na Figura 30.

Observa-se na Figura 30, que no botão da seta 2 o usuário escolherá a porcentagem de verde que ele quer que o software encontre na imagem e que o botão da seta 3 deverá ser acionado, em sequência, pelo usuário para o software processar a imagem.

Figura 29 - Tela do sistema informatizado - SISARB que permite buscar a imagem antes do resultado do processamento da imagem do setor sudeste de Votuporanga – SP



Fonte: Autor, 2018.

A identificação da área verde pelo SISARB pode ser observada na Figura 31.

No *layout* ilustrado na Figura 31, observa-se a imagem do setor sudeste da cidade de Votuporanga marcada com pontos na cor rosa, sendo esses pontos representativos de todas as copas de árvores na cor verde identificadas pelo software.

A seta 4 mostra a porcentagem total encontrada de áreas verdes (20%) em relação aos 20% selecionados.

A seta 5 traz a porcentagem faltante ou excedente (0%) da informação solicitada dos 20% que foram selecionados.

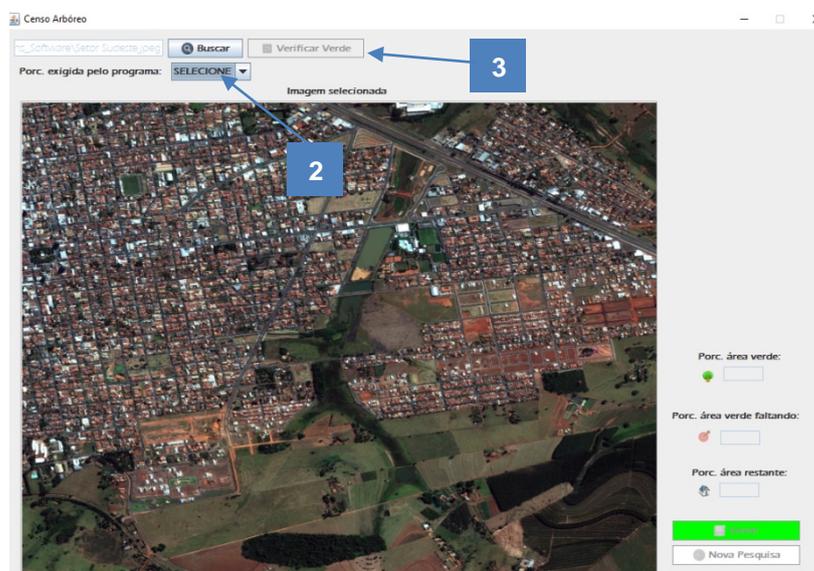
A seta 6 traz a porcentagem faltante (80%) para a porcentagem total de 100%.

A seta 7 permite o salvamento da imagem processada.

A seta 8 permite a realização de uma nova pesquisa.

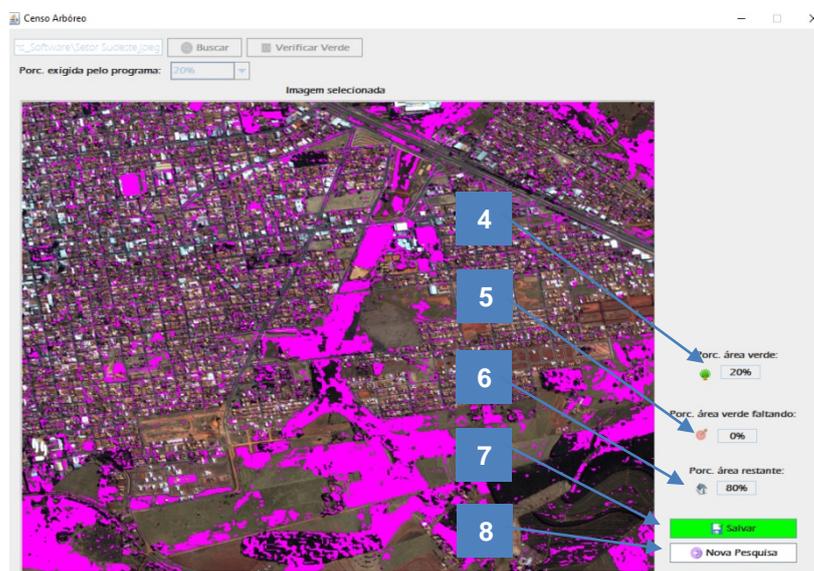
Essa região mostrou 20% de área verde menor que outras regiões analisadas, mais perante as regras do PMVA ficou bem abaixo do exigido pelo programa que exige um mínimo de 60% de áreas verdes, porém esse mínimo possui uma variação de ano a ano estipulada pelos organizadores do programa PMVA.

Figura 30 - Tela do sistema informatizado - SISARB antes do processamento da imagem de uma região do setor sudeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

Figura 31 - Tela do sistema informatizado - SISARB com o processamento da imagem de uma região do setor sudeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

5.2.6 Delineamento da Arborização do Setor Sudoeste da Cidade Modelo Utilizando o SISARB

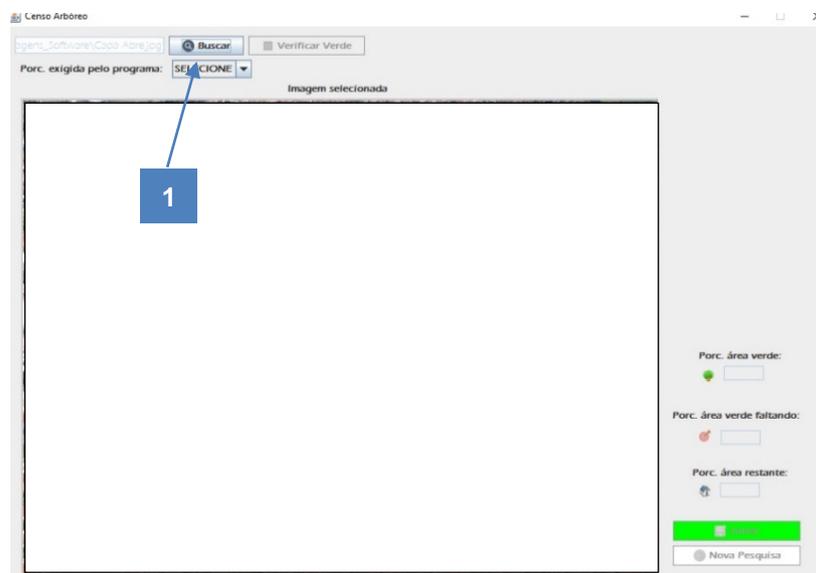
Para o delineamento arbóreo da cidade modelo (Figura 32), inicialmente, buscou-se a imagem de alta resolução do setor sudoeste da cidade para o processamento. Para tanto, a mesma estava armazenada em um arquivo no computador. Observa-se na seta 1 a ilustração do botão que o usuário deverá acessar para buscar a imagem a ser processada.

A tela do software SISARB com o resultado do processamento da imagem do setor sudoeste da cidade de Votuporanga está apresentado na Figura 30.

Observa-se na Figura 33, que no botão da seta 2 o usuário escolherá a porcentagem de verde que ele quer que o software encontre na imagem e que o botão da seta 3 deverá ser acionado, em sequência, pelo usuário para o software processar a imagem.

Essa funcionalidade em que a porcentagem de verde pode ser escolhida entre 0 a 100% com intervalos de 10% entre eles, foi inserida no sistema para facilitar a visualização do usuário já que o programa PMVA traz um mínimo de área verde exigido para cada cidade a cada ano.

Figura 32 - Tela do sistema informatizado - SISARB que permite buscar a imagem antes do resultado do processamento da imagem do setor sudoeste de Votuporanga – SP



Fonte: Autor, 2018.

A identificação da área verde pelo SISARB pode ser observada na Figura 34.

No *layout* ilustrado na Figura 34, observa-se a imagem do setor sudeste da cidade de Votuporanga marcada com pontos na cor rosa, sendo esses pontos representativos de todas as copas de árvores na cor verde identificadas pelo software.

A seta 4 mostra a porcentagem total encontrada de áreas verdes (27%) em relação aos 20% selecionados.

A seta 5 traz a porcentagem faltante ou excedente (7%) da informação solicitada dos 20% que foram selecionados.

A seta 6 traz a porcentagem faltante (73%) para a porcentagem total de 100%.

A seta 7 permite o salvamento da imagem processada.

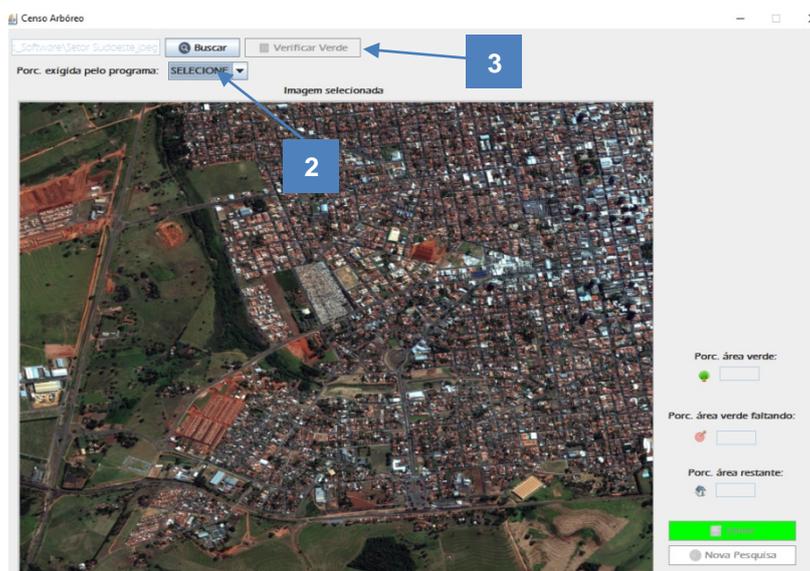
A seta 8 permite a realização de uma nova pesquisa.

Essa região mostrou 27% de área verde menor que outras regiões analisadas, mais perante as regras do PMVA ficou bem abaixo do exigido pelo programa que exige um mínimo de 60% de áreas verdes, porém esse mínimo possui uma variação de ano a ano estipulada pelos organizadores do programa PMVA.

Ressalta-se que também nessa região ainda encontra-se uma boa parte de área rural com bastante predominância de áreas verdes, porém esse fato possui uma variação muito grande, pois depende do estado em que esteja essas áreas, que

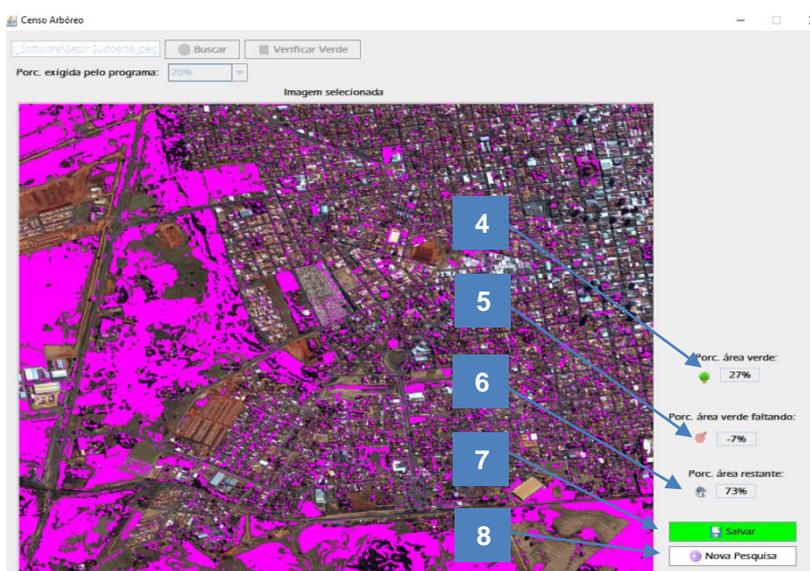
podem estar tombadas para uma plantação ou podem, até mesmo, estar em uma época de seca em que as áreas verdes ficam com outra coloração.

Figura 33 - Tela do sistema informatizado - SISARB antes do processamento da imagem de uma região do setor sudoeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

Figura 34 - Tela do sistema informatizado - SISARB com o processamento da imagem de uma região do setor sudoeste de Votuporanga - SP



Fonte: Autor, 2018.

Para a validação do software utilizou-se como cidade modelo Votuporanga. Obteve-se as imagens em alta resolução dos quadrantes sudeste, sudoeste, nordeste e noroeste da cidade.

Escolheu-se para essa validação o percentual de área verde igual a 20%. Vale destacar que esse software permite a escolha do percentual de área verde em uma escala que varia de 0 - 100%.

Comparando os resultados obtidos para os quatro quadrantes das imagens da cidade de Votuporanga nas condições acima citadas, verificou-se que o setor nordeste apresentou mais área verde que os demais quadrantes analisados perfazendo um total de 33% e, portanto, 67% dessa região não apresenta área verde. Já o setor sudeste foi a região que apresentou menos área verde, ou seja, 80% dessa região não tem área verde.

6 CONCLUSÕES

Desenvolveu-se um software para a realização do censo arbóreo em escala municipal urbana. O seu desenvolvimento utilizou a linguagem JAVA e UML deixando o sistema portátil e seguro.

O software desenvolvido foi nomeado de SISARB e a imagem a ser processada precisa ter a extensão JPEG ou PNG.

O SISARB apresenta como resultado o cálculo do percentual de áreas verdes; o percentual de áreas verdes faltante e o percentual de área restante.

A obtenção das imagens processadas, no presente trabalho, foi cedida pela SAEV sendo que as mesmas tinham resolução de 70 DPI e eram da cidade de Votuporanga-SP.

Para a validação desse software foram utilizadas as imagens da região nordeste, noroeste, sudeste e sudoeste da cidade modelo. No setor nordeste, o sistema encontrou 33% de área verde e 67% de área não verde no setor nordeste; no setor noroeste, o sistema encontrou 23% de área verde e 77% de área não verde; no setor sudeste, o sistema encontrou 20% de área verde e 80% de área não verde e no setor sudoeste, o sistema encontrou 27% de área verde e 73% de área não verde.

Com essa validação foi possível constatar a qualidade/veracidade das informações adquiridas para o censo arbóreo do município modelo, bem como uma grande agilidade na resposta do mesmo.

O presente software pode ser utilizado por qualquer pessoa que não tenha conhecimentos específicos para esse fim, pois é de fácil acesso e utilização.

Além disso, as cidades do estado de São Paulo, que participam do PMVA, têm nesse software um aliado para a contabilização de suas áreas verdes, podendo competir mais assiduamente no programa do selo verde/azul ordenado pelo governo estadual, conseguindo melhores recursos para o progresso do município.

Destaca-se ainda que esse software pode ser utilizado por qualquer outra cidade que queira quantificar o percentual de suas áreas verdes.

Verifica-se, portanto, que esse software colabora com a arborização feita de forma correta indicando o plantio de mudas em locais em que ocorrem a falta de árvores resultando na eficácia e melhoria do controle da temperatura, umidade do ar, sombras e outros fatores ambientais.

7 TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se para trabalhos futuros a construção desse software para plataforma web, bem como a incorporação de um banco de dados ao mesmo, no qual ficarão armazenados dados e informações referentes ao censo arbóreo de períodos anteriores, permitindo-se assim uma constatação, por meio de comparação, da evolução das áreas verdes dos centros urbanos e a emissão de relatórios.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. M. de. **Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional**. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_03/8arqurb3-claudia.pdf>. Acesso em: 28 de abr. de 2019.
- AMORIM, M. C. da C. T. Caracterização das Áreas Verdes em Presidente Prudente/SP. In: SPOSITO, M. E. B. (Org.). **Textos e Contextos para a Leitura Geográfica de uma Cidade Média**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2001.
- BARROS, A. C. de.; SILVA, T. J. da.; COSTA, D. de M. **Sensoriamento remoto na análise ambiental da microbacia do Córrego da Água Amarela, Itaberá/SP**. 2016. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/10947>>. Acesso em: 28 de abr. de 2019.
- BENATTI, D. P.; TONELLO, K. C.; JUNIOR, F. C. A.; SILVA, J. M. S.; OLIVEIRA, I. R.; ROLIN, E. N.; FERRAZ, D. L. Inventário arbóreo-urbano do município de Salto de Pirapora, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 887-894, dez. 2012.
- BIO, S. R. **Sistemas de informação: um enfoque gerencial**. São Paulo: Atlas S.A., 1985.
- BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005. 177p.
- BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2011. P.121-154.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML – guia do usuário**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. P. 120
- CADORIN, D. A.; MELLO, N. A. Efeito da impermeabilização dos solos sobre a arborização do município de Pato Branco, PR. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v.6, n.1, p.1-8, 2011.
- CAUTELLA, A. L.; POLLONI, E. G. F. **Sistemas de informação na administração de empresas**. São Paulo: Atlas, 1996.
- CASTELLS, M. **Sociedade em rede**. Trad. Roneide Venâncio Major. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CASTRO, A. S. F.; MORO, M. F.; ROCHA, F. C. L. Plantas dos espaços livres da Reitoria da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.9, n.1, p.126-129, 2011.
- CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e

Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 4., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória, ES, 1992.

COELHO, A. L. N. Distribuição das classes de temperatura de superfície a partir da faixa do infravermelho termal do sensor TM/Landsat 5 no município de Vitória – ES. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, 2013.

COUTO, H.T.Z. Métodos de amostragem para avaliação de árvores de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994, São Luis. **Anais...** São Luis/MA: SBAU, 1994.

DAVENPORT, T. H. **Missão crítica: obtendo vantagem competitiva com os sistemas de gestão empresarial.** Porto Alegre: Bookman, 2002.

DEL RIO, V. Paisagens, realidade e imaginário. **Cad. Paisagem.** UNESP, 1986.

DIAS, D. S. **O sistema de informação e a empresa.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

DIAS, R. A importância da arborização urbana. In: **Seminário de Arborização Urbana no Rio de Janeiro;** 1996; Rio de Janeiro: UFRJ, 1996.

FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión.** Barcelona: Gustavo Gilli, 2007.

FISHER, K. J.; L., F.; MICHAEL, Y.; CLEVELAND, M. Neighborhood-level influences on physical activity among older adults: a multilevel analysis. **J Aging Phys Act**, v. 12, 2004.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficinas de Textos, 2002.

FONTES, N. **Proposta metodológica para planejamento de sistemas de espaços livres: Ribeirão Preto, SP.** 2009. 193 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** Tradução de: Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GIL, A. L. **Sistema de informações contábil/financeiros.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GONÇALVES, W. **Diagnose qualitativa de florestas urbanas.** Viçosa: o autor, 2015. 93p.

GREY, G.W. **Urban forestry.** 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. 156p.

GROENING, G. Zur Problemorientierten Sortierung von Freiraumen. **Gartenamt**, v. 24, n. 10, 1976.

GUZZO, P. **Estudos dos espaços livres de uso público e da cobertura vegetal em área urbana da cidade de Ribeirão Preto, SP**. 1999. 106f. Dissertação (Mestrado em Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1999.

GUEDES, G. T. A. **UML 2: guia de consulta rápida**. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2005. P. 154

HENK-OLIVEIRA, C. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas**. 1996. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

HÖFIG P.; SILVA, G.M.F. Mapeamento de árvores, sombreamento e área verde, e qualidade de vida no condomínio Catuaí Park Residence, em Londrina- PR. In: Encontro Nacional de Geógrafos, 16, Porto Alegre, 2010. **Anais...** Porto Alegre, 2010. 12 p.

KRAMER, J. A.; KRUPEK, R. A. Caracterização florística e ecológica da arborização de praças públicas do município de Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p.647-658, ago. 2012. FapUNIFESP (SciELO).

LANGOWSKI, E.; KLECHOWICKZ, N. A. **Manual prático de poda: manual prático de poda e arborização urbana**. Cianorte: APROMAC, 2001. 40p.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

_____. **Sistemas de informação gerenciais**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

LIMA, A. M. L. P. **Piracicaba/SP: análise da arborização viária na área central e em seu entorno**. 1993. 283 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

_____. Árvores de Rua. **Revista Globo Ciência**, São Paulo, n. 44, março de 1995. LIMA, Ana Maria Liner Pereira. 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.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. Qualidade ambiental urbana em Oswaldo Cruz/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 23., 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG, 2009. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos>. Acesso em: 10 de ago. de 2018.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência Guarapuava-PR**. v. 1 n.1, 2005.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Hygeia**, Uberlândia, v. 10, n. 18, 2014.

MACÊDO, B. R. M.; LISBOA, C. M. C. A.; CARVALHO, F. G. Diagnóstico e diretrizes para a arborização do *campus* central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Revsbau**, Piracicaba, SP, v. 7, n. 1, p. 35-51, mar. 2012.

MACHADO, R. R. B.; MEUNIER, I. M. J.; SILVA, J. A. A.; CASTRO, A. A. J. F. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 10-18, dez. 2006.

MACIEL, J. L.; COGNATTO, B. B.; BOFFIL, C. M.; SILVA, M. F. G. da; BORTOLINI, R.; MUHLE, R. P.; PERUZZI, S. L.; SILVA, K. R. S. da; CARDONE, L. B.; SILVA, G. V. da; GONCALVES, R. P. B.; CORTEZ, L. S. R. Educação Ambiental como ferramenta para a manutenção da arborização urbana de Porto Alegre - RS. *In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana*; Manaus: SBAU, 2008.

MANUAL TÉCNICO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2015. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/MARBOURB.pdf>. Acesso em: 10 de ago. de 2018.

MANUAIS-Tutorial de Geoprocessamento. Descrição geral do Spring. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/espanol/tutorial/descricao_geral.html>. Acesso em: 20 de abr. de 2019.

MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba**, PR. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/defesas/pdf_ms/2013/d626_0719-M.pdf>. Acesso em: 10 de ago. de 2018.

MAYER, C. L. D. **Análise de conflitos de arborização de vias públicas utilizando sistemas de informações geográficas: caso Irati, Paraná**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro – Oeste, PR, 2013. Disponível em: <http://www.unicentro.br/ppgcf/dissertacoes/cleverson_luiz_dias_mayer.pdf>. Acesso em: 10 de ago. de 2018.

McHALLE, M. R., McPHERSON, E. G.; BURKE, I. C. The potencial of urban tree plantings to be cost effective in carbono credit markets. **Urban Forestry and Urban Greening**. Davis, v. 6, p. 46-60, 2007.

MENDONÇA, F., DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de texto, 2007, p. 1-206.

MENDONÇA, M. G.; LIMA, S. C. Histórico da gestão ambiental no município de Uberlândia. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 8-17, set. 2000.
MILANO, M. S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá-PR**. 1988. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 1988.

_____. **Arborização urbana**. Apostila. Curitiba: UFPR, 1995.

MILANO, M.S. & DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP/IG, 1976, p. 1-181.

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2011. P.192.

MURARI, M. L. **Desenvolvimento de uma ferramenta computacional de apoio ao ensino de sistemas eletrônicos digitais**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2008.

NAVARRO, N. A. **Hospital de Base e a formação de subcentros na zona sul de São José do Rio Preto (SP) – 1950-2000**. 2005. 151 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UFU, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2005.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Bücher Ltda, 1992.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento: um estudo de planejamento da paisagem do distrito de Santa Cecília (MSP)**. 1996. 229 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

O'BRIEN, J. A. **Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e proposta**. 1996. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 1996.

OLIVEIRA, I. L.; FERREIRA, A. R. **Arborização Urbana, alteração das paisagens e biodiversidade, melhoria de qualidade de vida dos moradores de Cáceres, MT**. In: **Anais...** VIII Congresso Ibero-americano de Extensão Universitária. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2002. 180p. (Coleção Jardinagem e Paisagismo, 2).

PASSOS, M. M.; LOPES JR., W. M. Algumas considerações sobre a vegetação urbana no município de Bauru-SP. **Revista Geográfica**, 1998.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software**. São Paulo: Makron Books, 1995.

PRETTY, J.; et al. The mental and physical health outcomes of green exercise. **International Journal of Environmental Health Research**, v.15, n.5, 2005.

PROGRAMA MUNICÍPIO VERDE AZUL. 2007. Disponível em:

<<http://verdeazuldigital.sp.gov.br/site/o-projeto/>>. Acesso em: 10 de ago. de 2018.

RACHID, C.; COUTO, H. T. Z. Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos-SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 59-68, 1999.

REZENDE, D. A. **Tecnologia da informação: integrada a inteligência empresarial**. São Paulo: Atlas, 2002.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.2, n.3, 2011.

RODRIGUES, L. C. Estratégias tecnológicas como recurso competitivo do setor têxtil da região de Blumenau. **Revista de Negócios**, Blumenau, v.1, n.3, p.30, abr/jun. 1996.

ROMANI, G. N.; GIMENES, R.; SILVA, M. T.; PIVETTA, K. F. L.; BATISTA, G. S. A. Quali-quantitativa da arborização na Praça XV de novembro em Ribeirão Preto - SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.3, p. 479-487, 2012.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5. ed. Uberlândia: EDUFU, 2003.

ROSSET, F. **Procedimentos metodológicos para estimativa do índice de áreas verdes públicas. Estudo de caso: Erexim, RS**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.

SANCHOTENE, M. C. Aspects of preservation, maintenance and management of the urban forest in Brazil. **Journal of Arboriculture**, Porto Alegre, RS, v. 20, n. 1, p. 61-67, jan. 1994.

SANTOS, J. **Sistema de referência de coordenadas (SRC)**. 2014. Disponível em: <http://www.processamentodigital.com.br/wp-content/uploads/2014/10/20141011_QGIS24_Sistema_de_Referencia_de_Coordenadas.pdf> Acesso em: 20 de abr. de 2019.

SANTOS, M. **A urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS, J. M.; LAHM, R. A.; LIMA, V. M. R.; BORGES, R. M. R. **Contribuições do sensoriamento remoto ao estudo de biomas brasileiros**. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/452.pdf>>. Acesso em: 28 de abr. de 2019.

SATHER, I.; MACIE E. E.; DUDLEY, R. H. Urban forestry manual: benefits and costs of the urban forest. **Athens**: USDA Forest Service, 2004. 27 p.

SILVA, C. C. O. de A.; BARBOSA, J. B. M. **Utilização da ferramenta sensoriamento remoto para diagnóstico de impactos ambientais**. Disponível em: < <https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/article/view/662>>. Acesso em: 28 de abr. de 2019.

SINGER, P. **Economia dos serviços**. Petrópolis: Vozes, 1979. (Estudos CEBRAP, 24).

SITTE, C. A. **Construção das cidades segundo seus princípios artísticos**. Tradução Ricardo Ferreira Henrique. São Paulo: Ática, 1992.

SPOSITO, M. E. B. As cidades médias e os contextos econômicos contemporâneos. In.: SPOSITO, M. E. B (Org.). **Urbanização e cidades: perspectivas geográficas. Presidente Prudente (SP)**: GASPERR/FCT/UNESP, 2001.

STAIR, R. M. **Princípios de sistemas de informação**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W. **Princípios de sistemas de informação**. 4. ed. Rio de Janeiro, LTC, 2002.

TABELA RGB DA COR VERDE. Disponível em: <<https://celke.com.br/artigo/tabela-de-cores-html-nome-hexadecimal-rgb>>. Acesso em: 31 de mai. de 2019.

TOLEDO, F. dos S.; SANTOS, D. G. Espaços livres de construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.1, mar. 2008.

TORRES, N. A. **Competitividade empresarial com a tecnologia de informação**. São Paulo: Makron Books, 1995.

VELASCO, G. D. N. **Arborização viária x sistemas de distribuição de energia elétrica: avaliação dos custos, estudos das podas e levantamento de problemas fitotécnicos**. 2003. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba: Universidade de São Paulo. 2003.

VERAS, L. M. S. C. Plano de arborização de cidades – metodologia. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, 1., 1986, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, Departamento de Biologia, 1986. p. 8-14.

VIANA, B. A. da S. **Mineração de materiais para construção civil nas áreas urbanas: impactos socioambientais dessa atividade em Teresina, PI / Brasil**. 2007. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.

VIEIRA, P. B. H. **Uma visão geográfica das áreas verdes de Florianópolis, SC: estudo de caso do Parque Ecológico do Córrego Grande**. 2004. Trabalho de

Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.

VICENTINO, C; DORIGO, G. **História para o ensino médio: história geral e do Brasil**. São Paulo: Scipione, 2002.

VILLAÇA, F. A recente urbanização brasileira In: CASTRIOTA, L. B. **Urbanização brasileira: redescobertas**. Belo Horizonte, 2003.

YANG, J.; McBRIDE, J.; ZHOU, J.; SUN, Z. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. **Urban Forestry and Urban Greening**. Davis, v. 3, p. 65-78, 2005.

ANEXO I

Quadro 4 - Bairros e regiões dos bairros do Município de Votuporanga / SP

Bairro	Região
6° Distrito Empresarial Valdevir Davanço	Noroeste (NO)
Vila Formosa	Noroeste (NO)
Jardim Itália	Noroeste (NO)
Jardim Barcelona	Noroeste (NO)
Jardim Roma	Noroeste (NO)
Jardim Residencial Moreira	Noroeste (NO)
Vila Célio Honório Júnior	Noroeste (NO)
Parque Boa Vista	Noroeste (NO)
Jardim das Carobeiras	Noroeste (NO)
Parque das Nações I	Noroeste (NO)
Parque das Nações II	Noroeste (NO)
Residencial Bortoloti	Noroeste (NO)
Vila Morini II	Noroeste (NO)
Vila Residencial Orlando Nogueira Cardoso	Noroeste (NO)
Vila Comercial Ramalho Matta	Noroeste (NO)
Jardim Nossa Senhora da Aparecida	Noroeste (NO)
Vila Guerche	Noroeste (NO)
Recanto dos Esportes	Noroeste (NO)
Vila América	Noroeste (NO)
Chácara Ferrari	Noroeste (NO)
Jardim Paraíso	Noroeste (NO)
Chácara das Paineiras	Noroeste (NO)
Jardim São Rafael	Noroeste (NO)
Monte Verde	Noroeste (NO)
8° Distrito Pedro Abrão Cerantula	Noroeste (NO)
David Sayeg	Noroeste (NO)
Jardim Bortole	Noroeste (NO)
Polo Comercial e Industrial Francisco Carlos Castrequini	Noroeste (NO)
Jardim Santa Iracema	Noroeste (NO)
Jardim Morini I	Noroeste (NO)
Parque Rio Vermelho	Noroeste (NO)
Residencial Sanches	Noroeste (NO)
Loteamento Santa Alice	Noroeste (NO)
Nova Boa Vista	Noroeste (NO)
Santa Luzia	Noroeste (NO)
Parque Residencial São Remo	Noroeste (NO)
Parque das Brisas	Noroeste (NO)
Cecap II	Noroeste (NO)
Vila Filomena	Noroeste (NO)
Jardim Flora	Noroeste (NO)
Jardim Vila Lobos	Noroeste (NO)
Jardim Orlando Mastrocola	Noroeste (NO)
Jardim Santo Antônio	Noroeste (NO)

Bairro	Região
Albino Zan	Noroeste (NO)
7° Centro Empresarial Maria dos Santos Facchini	Nordeste (NE)
Jardim Mariano	Nordeste (NE)
Vila Residencial Hermino Roque Pávaro	Nordeste (NE)
Jardim Belas Águas	Nordeste (NE)
Loteamento Vila Residencial José Rodrigues	Nordeste (NE)
Vila Residencial Morini	Nordeste (NE)
Loteamento Colinas	Nordeste (NE)
Jardim Residencial Ouro Branco	Nordeste (NE)
Jardim Monte Líbano	Nordeste (NE)
Jardim Canaã	Nordeste (NE)
Vereador José Nunes	Nordeste (NE)
Jardim Residencial Santa Amélia	Nordeste (NE)
Conjunto Habitacional João Albarello	Nordeste (NE)
Jardim Santa Maria	Nordeste (NE)
Jardim Brisa Suave	Nordeste (NE)
Pozzobon	Nordeste (NE)
Jardim Morada do Sol	Nordeste (NE)
Parque Cidade Jardim I	Nordeste (NE)
Parque Cidade Jardim II	Nordeste (NE)
Loteamento Santa Alice	Nordeste (NE)
Parque Brasília	Nordeste (NE)
1° Distrito Industrial João Fernandes Cezare	Nordeste (NE)
Conjunto Habitacional Votuporanga	Nordeste (NE)
Loteamento Residencial Vila Bela	Nordeste (NE)
Loteamento Vicente de Paulo	Nordeste (NE)
Jardim São Judas Tadeu	Nordeste (NE)
Vila Dutra	Nordeste (NE)
Parque dos Estados	Nordeste (NE)
Vila Anna	Nordeste (NE)
Jardim Residencial Eulália	Nordeste (NE)
Loteamento José S. Melo	Nordeste (NE)
Vila Nasser Marão	Nordeste (NE)
Jardim Baldissera	Nordeste (NE)
Loteamento Alberto Honório	Nordeste (NE)
Vila Pães	Nordeste (NE)
Jardim Primavera	Nordeste (NE)
Vila Lions	Nordeste (NE)
Jardim Universitário	Nordeste (NE)
Jardim Botura	Nordeste (NE)
Vila São João Batista	Nordeste (NE)
Vila Budim	Nordeste (NE)
Jardim São Paulo	Nordeste (NE)
Vila Hercília	Nordeste (NE)
Bairro do Cagé	Nordeste (NE)
Jardim Paulista	Nordeste (NE)
Jardim Yolanda	Nordeste (NE)

Bairro	Região
Loteamento Residencial Max	Nordeste (NE)
Bairro Marão	Sudoeste (SO)
Vila Muniz	Sudoeste (SO)
Loteamento Nelson Camargo	Sudoeste (SO)
Cecap I	Sudoeste (SO)
Parque Roselândia	Sudoeste (SO)
Chácara Vera	Sudoeste (SO)
Loteamento Vila Ipiranga I	Sudoeste (SO)
Loteamento Vila Ipiranga II	Sudoeste (SO)
Parque Residencial Figueira	Sudoeste (SO)
Jardim Progresso	Sudoeste (SO)
Bairro São João	Sudoeste (SO)
Jardim Santos Dumont	Sudoeste (SO)
Parque Guarani	Sudoeste (SO)
Cidade Nova	Sudoeste (SO)
Bairro da Estação	Sudoeste (SO)
Jardim das Palmeiras	Sudoeste (SO)
Jardim Monte Alto	Sudoeste (SO)
Vila Residencial Livina de Carvalho Nogueira	Sudoeste (SO)
Jardim Residencial Dharma	Sudoeste (SO)
Jardim Vivendas	Sudoeste (SO)
Jardim Nogueira do Prado	Sudoeste (SO)
Conjunto Habitacional Sonho Meu	Sudoeste (SO)
Jardim das Palmeiras II	Sudoeste (SO)
Vila Carvalho I	Sudoeste (SO)
Vila Carvalho II	Sudoeste (SO)
5° Distrito Industrial Alcides Alves da Silva	Sudoeste (SO)
Vila Residencial Parque Saúde	Sudoeste (SO)
Loteamento Santa Elisa	Sudoeste (SO)
Parque 8 de Agosto	Sudoeste (SO)
Parque Kenned I	Sudoeste (SO)
Loteamento Bandeirantes	Sudoeste (SO)
Parque Residencial Friozi	Sudoeste (SO)
Chácara Aviação	Sudoeste (SO)
Parque Residencial Waldomiro Nogueira Borges	Sudoeste (SO)
Dharma Ville	Sudoeste (SO)
Jardim das Brisas	Sudoeste (SO)
Loteamento Nelson Camargo	Sudeste (SE)
Vila Marin	Sudeste (SE)
Vila São Vicente	Sudeste (SE)
Jardim Eldorado	Sudeste (SE)
Condomínio Garden Ville I e II	Sudeste (SE)
Loteamento Jardim Athenas	Sudeste (SE)
Parque Bela Vista	Sudeste (SE)
Jardim Portal dos Lagos	Sudeste (SE)
Jardim Santa Paula	Sudeste (SE)
Vila Residencial Márcio Moro Peixoto	Sudeste (SE)

Bairro	Região
Jardim Bom Clima	Sudeste (SE)
Jardim Alvorada	Sudeste (SE)
Vale do Sol	Sudeste (SE)
Loteamento Alfredo Gorayeb	Sudeste (SE)
Chácara Camargo	Sudeste (SE)
Chácara Santa Maria	Sudeste (SE)
Parque São Pedro	Sudeste (SE)
Vila São Vicente	Sudeste (SE)
Vila Lupo	Sudeste (SE)
Jardim Santa Paula	Sudeste (SE)
Vila Imperial	Sudeste (SE)
Jardim Quinta do Moro	Sudeste (SE)
Vila Residencial Santa Helena	Sudeste (SE)
Jardim dos Ypês	Sudeste (SE)
Parque Residencial do Lago	Sudeste (SE)
Conjunto Habitacional Jamir Antônio	Sudeste (SE)
Residencial Santa Felícia	Sudeste (SE)
Jardim Residencial Vilar I	Sudeste (SE)
Jardim Residencial Vilar II	Sudeste (SE)
Jardim Residencial Vilar III	Sudeste (SE)
Comercial Nova Alvorada	Sudeste (SE)
São Damião	Sudeste (SE)
Loteamento Villa São Lucas	Sudeste (SE)
São Cosme	Sudeste (SE)

Fonte: Autor, 2018.

ANEXO II

Certificado de publicação no SILUBESA (Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental). Realizado em Portugal.

Figura 35 - Certificado de apresentação de pôster no SILUBESA



Fonte: Silubesa, 2018.

ANEXO III

Certificado de participação no SILUBESA (Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental). Realizado em Portugal.

Figura 36 - Certificado de participação no SILUBESA.



Fonte: Silubesa, 2018.

ANEXO IV

Certificado de registro de programa de computador no Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Figura 37 - Certificado de registro de software no INPI.




REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
 MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512019000138-9**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 02/03/2018, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: Sistema de Informação Desktop para Delimitação da Arborização Urbana (SISARB)

Data de publicação: 02/03/2018

Data de criação: 08/08/2017

Titular(es): ASSOCIAÇÃO DE ENSINO DE RIBEIRÃO PRETO

Autor(es): LUCIANA REZENDE ALVES DE OLIVEIRA; MARCELO LUIS MURARI; ANDRÉ LUIS GOBBI PRIMO

Linguagem: JAVA

Campo de aplicação: EL-03; IF-01; MA-01; MA-04

Tipo de programa: GI-01; GI-03; LG-01; TC-04

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:
 F9112EB20EDAA4FFC872B40AB7D23C413F5454BA22B1035A2429F5EC2B4A1D698E56C53E5FD79F1D668A1B3
 DA2439D6713EE0D9186857692D69A2779D94E4182

Expedido em: 05/02/2019

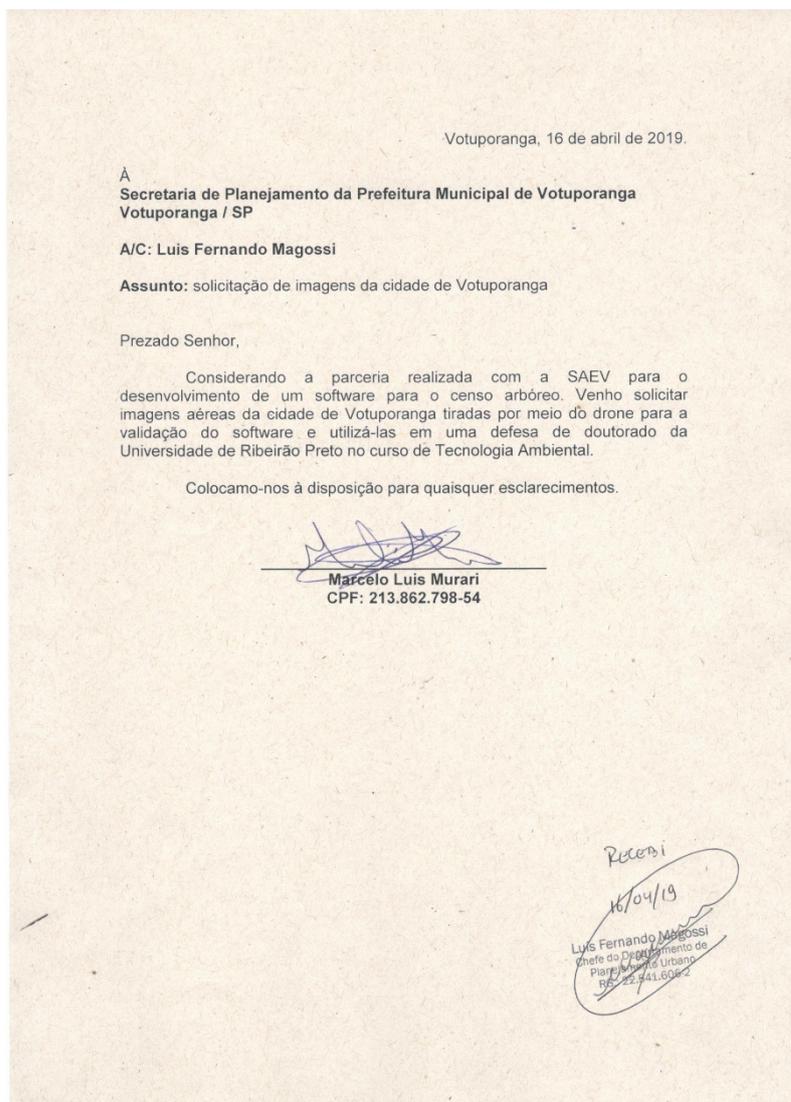
Aprovado por:
 Liane Elizabeth Caldeira Lage
 Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Fonte: INPI, 2019.

ANEXO V

Certificado de autorização para utilização das imagens da prefeitura municipal de Votuporanga.

Figura 38 - Autorização para utilização das imagens da prefeitura municipal de Votuporanga.



Fonte: Prefeitura municipal de Votuporanga, 2019.