

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

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

* Marcelo Luis Murari¹
André Luis Gobbi Primo¹
Luciana Rezende Alves de Oliveira¹
Valdir Schalch¹

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR THE DESKTOP PLATFORM FOR THE DESIGN OF URBAN GREEN AREAS ON MUNICIPAL SCALES

Recibido el 19 de junio de 2020. Aceptado el 8 de septiembre de 2021.

Abstract

Planned urban green areas stand out in their ability to mitigate climatic issues by reducing thermal amplitudes, improving air quality, protection of soil against erosion, protection of wind forces, refuge of fauna and the expansion of biodiversity. The objective of the work reported here was the development of a software, entitled Desktop Information System for Delineation of Urban Arborization - SISARB, for the desktop platform with the purpose of granting information from the municipal census, using the JAVA programming language with the framework NetBeans and modeling using the UML markup language. The image used in SISARB needs high definition with at least 70 Dots Per Inch - DPI and be 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 municipal scale and allows the user with minimal knowledge in computing to use it for a specific, direct and precise purpose.

Keywords: environment, urban green areas, software, tree census mall scale sanitary landfills.

¹ Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto, Campus Ribeirão Preto, SP, Brasil.

* Autor correspondente: Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto. Campus Ribeirão Preto, SP, Brasil. Email: murari@ifsp.edu.br

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 deste trabalho foi o desenvolvimento de um software, intitulado Sistema de Informação Desktop para Delineamento da Arborização Urbana - SISARB, 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 utilizando a linguagem de marcação UML. A imagem utilizada no SISARB precisa ter alta definição com no mínimo 70 Dots Per Inch - DPI e ser 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.

Palavras chave: meio ambiente, áreas verdes urbanas, software, censo arbóreo.

Introdução

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 e 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).

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.

Segundo Milano (1995), a arborização que se desenvolve nas áreas públicas e privadas colaboram muito para que a população tenha uma melhor qualidade de vida, as universidades por possuírem muitas áreas verdes tem um aspecto relevante nesta contribuição e ainda assim permitem a utilização de espécies vegetais nas 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.

A integração do programa de arborização de ruas e o sistema de áreas verdes proporcionam grandes melhorias para as cidades devendo ser abordado de maneira global, mesmo a arborização urbana ser considerada como um todo, evitando problemas por falta de manutenção adequada (Rachid e 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 e Gonçalves, 2002).

A arborização torna-se imprescindível para a qualidade de vida urbana, por isso deve-se ser tratada com uma maior preocupação e um melhor planejamento. Deve-se também ter uma visão ecológica das espécies para arborizar uma cidade, pois é de extrema importância proteger a história de cada região, dando prioridade a espécies locais (Kramer e Krupek, 2012).

Passos e Lopes Jr. (1998) acrescentam que a presença do verde em praças e jardins, em especial de espécies arbóreas, é fundamental, seja 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, seja pela reciclagem do ar com a produção de oxigênio.

Segundo Maciel et al. (2008), as árvores possuem um caráter essencial para a qualidade de vida por proporcionarem muitos benefícios para a comunidade, melhorando a qualidade do ar, oferecendo sombra, amenizando as altas temperaturas, servindo de abrigo e fornecendo alimentos aos animais, também funcionam como um isolante acústico e melhoram as condições do solo. Além de todos esses benefícios valorizam os imóveis do ponto de vista estético e ambiental.

Existem outras vantagens que são proporcionadas pela arborização urbana, como o aumento do valor de imóveis próximos a locais com muita arborização, queda nos gastos de energia elétrica, melhor escoamento de águas pluviais, diminuição da erosão do solo, melhoria na qualidade da água, aumento das atividades de recreação, além de uma maior sensação de bem-estar e saúde da população (Sather *et al.*, 2004).

Benatti et al. (2012) apontam 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), 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 e 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 e Althaus, 2005).

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 tratamentos 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 (1985) 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.

O Programa Município VerdeAzul – PMVA foi lançado em 2007 pelo Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente tem o inovador propósito de medir e apoiar a eficiência da gestão ambiental com a descentralização e valorização da agenda ambiental dos seus municípios (PMVA, 2007).

Uma das formas de gerenciar a arborização urbana é por meio da utilização de softwares de geoprocessamento como Spring e ArcGis. Estes softwares trabalham com imagens georeferenciadas e exigem um determinado grau de conhecimento do profissional que irá operá-lo para realizar o processamento de uma imagem extraído da mesma um índice de vegetação arbórea para fins de planejamento urbano.

Segundo o informe Manuais-Tutorial de Geoprocessamento (2017), o Spring é um Sistema de Informações Geográficas (SIG), um banco de dados geográfico de 2^o 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.

Já 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).

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-o para um fim específico, direto e preciso. Essa facilidade de utilização e a aplicabilidade específica para realizar o processamento da imagem identificando a cor verde, sem a necessidade de configurações adicionais do mesmo o diferencia de outros softwares disponíveis na área de Geoprocessamento (que são de complexa configuração), tornando-o 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.

Materiais e métodos

Desenvolvimento de um software para a quantificação de áreas verdes urbanas

Para o desenvolvimento do software foi utilizada a linguagem Java que se caracteriza por ser gratuita, portátil, robusta e segura (DEITEL, 2005). Para auxiliar o desenvolvimento foi utilizado 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 que segundo Booch, *et al.* (2000) é uma linguagem de modelagem unificada utilizada para documentar sistemas orientados a objeto.

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.

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.

Obtenção de imagens de alta resolução e delimitação dos setores

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, da cidade. Posteriormente, essa solicitação foi encaminhada ao Setor de Meio Ambiente, responsável pela disponibilização da mesma.

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.

Validação do software

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

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

Resultados e discussão

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.

Na Figura 1 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 1 foram utilizados 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 preto, e se todas estiverem no máximo, o resultado é a cor branca.

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

Figura 1. Tabela RGB da cor verde utilizada como espectro de cor para a localização dos pontos na programação do sistema de informação para o delineamento das áreas verdes urbanas (Tabela RGB da Cor Verde, 2019).

Condições para obtenção da imagem para o uso no software

Para que a imagem possa ser utilizada e atenda as 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 que apresente muitas nuvens e ainda na presença de floração ou seca. Ressalta-se que a imagem precisa estar no formato de arquivo JPG ou PNG.

Apresentação do sistema de informação desktop para delineamento da arborização urbana - SISARB

A tela inicial do software desenvolvido é apresentada na Figura 2. Observa-se na figura, 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 em uma próxima tela conforme ilustrado na Figura 3.

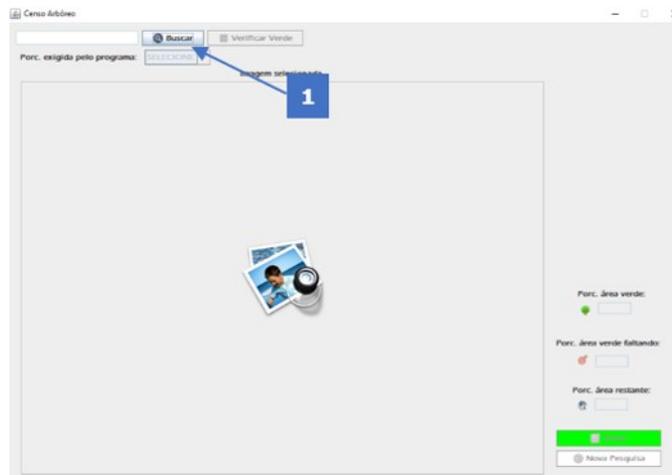


Figura 2. Tela inicial do sistema informatizado - SISARB para a realização do censo arbóreo. (Autor, 2018).

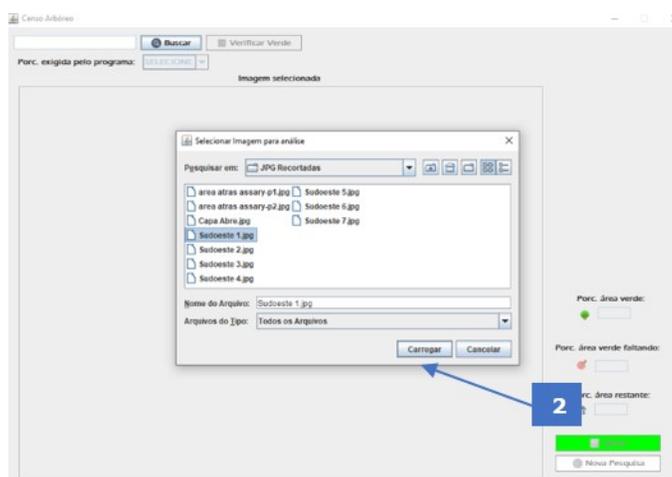


Figura 3. Tela do sistema informatizado - SISARB demonstrando a função buscar a imagem a ser analisada. (Autor, 2018).

Na Figura 3, apresenta-se a tela com a opção do botão buscar. Nesta 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. Apresenta-se também 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%.

Na Figura 4, conforme ilustra a seta 3, permite-se que o usuário escolha a porcentagem de área verde que se pretende encontrar na imagem a ser analisada. Após essa etapa, o usuário seleciona

a opção de verificar verde selecionando o botão indicado pela seta 4 ilustrada na Figura 5, 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 encontradas; o percentual de áreas verdes faltante e o percentual de área restante.

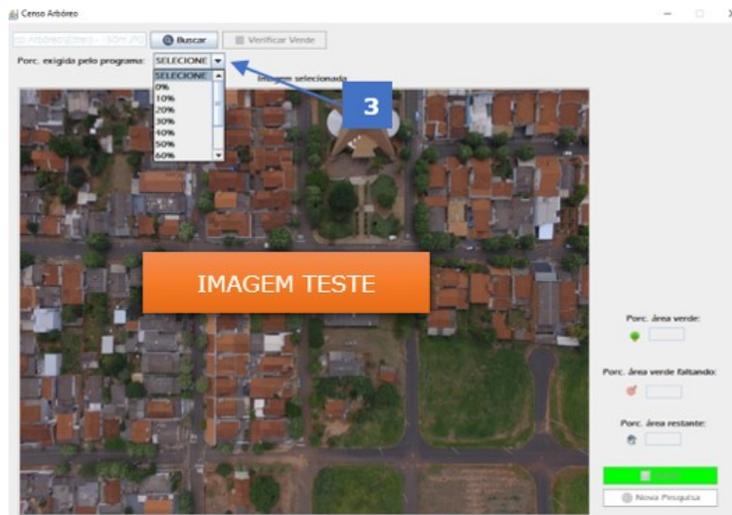


Figura 4. Tela do sistema informatizado - SISARB para determinar a porcentagem de área verde que se pretende encontrar. (Autor, 2018).

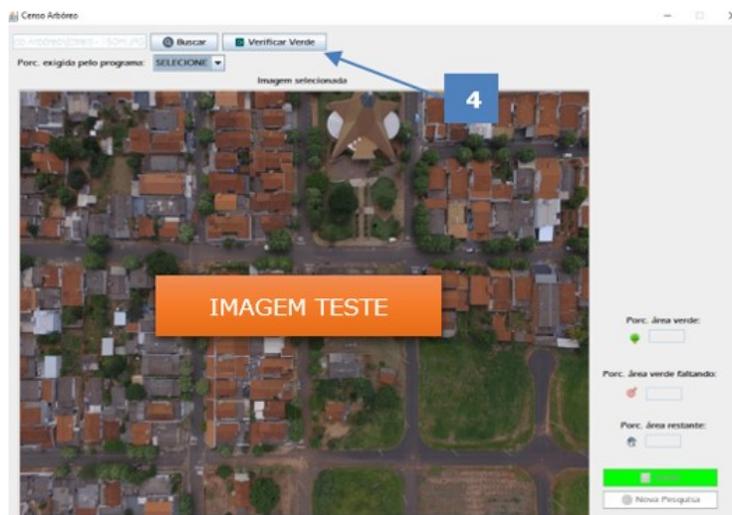


Figura 5. Tela do sistema informatizado - SISARB para determinar a quantidade de área verde que a imagem possui. (Autor, 2018).

Essa opção fará que o software efetue o processamento da imagem e o tempo necessário para essa operação vai depender do tamanho da imagem e do poder de processamento da máquina utilizada.

O processamento de uma imagem requer inicialmente uma filtragem de ruídos e correções 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, através de um processo de segmentação, características constantes e descontinuidades 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.

Obtenção de imagens de alta resolução e delimitação dos setores

Após a obtenção da imagem de satélite de alta resolução da cidade modelo, a imagem foi dividida em quatro quadrantes, sendo eles: noroeste, nordeste, sudoeste e sudeste.

A cidade de Votuporanga é delimitada por 161 bairros, (Anexo 1) e estão localizados 44 bairros na região Noroeste, 47 bairros na região Nordeste, 36 bairros na região Sudoeste e 34 bairros na região Sudeste.

Para uma visualização ampliada de cada um dos quadrantes da cidade modelo utilizada neste estudo, ilustrou-se cada parte por meio das Figuras 6 até 9, utilizando a imagem de satélite de alta resolução para cada setor correspondente da cidade de Votuporanga.

Na Figura 6, 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 ter uma alta concentração de lojas comerciais aumentando assim o poder econômico desta região da cidade. Na Figura 7, observa-se a imagem de satélite do setor noroeste da cidade modelo. Essa região é formada por 44 bairros e concentra-se algumas indústrias da área moveleira e da fabricação de carrocerias de caminhão. É uma região famosa pela alta concentração de trabalhadores.

A imagem de satélite do setor sudeste da cidade de Votuporanga/SP está ilustrada na Figura 8. Essa região é formada por 34 bairros e a maioria deles é residencial. Na Figura 9, observa-se a imagem de satélite do setor sudoeste da cidade modelo. Essa região é formada por 36 bairros e a maioria é residencial.



Figura 6. Imagem de satélite do setor nordeste da cidade de Votuporanga-SP. (SAEV, 2018).



Figura 7. Imagem de satélite do setor noroeste da cidade de Votuporanga-SP. (SAEV, 2018).



Figura 8. Imagem de satélite do setor sudeste da cidade de Votuporanga-SP. (SAEV, 2018).



Figura 9. Imagem de satélite do setor sudoeste da cidade de Votuporanga-SP. (SAEV, 2018).

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 através da utilização da imagem de satélite da cidade de Votuporanga-SP (Figura 10). Na Figura 11, apresentam-se as telas do software SISARB antes do processamento.



Figura 10. Imagem de satélite de alta resolução da cidade de Votuporanga-SP. (SAEV, 2018).

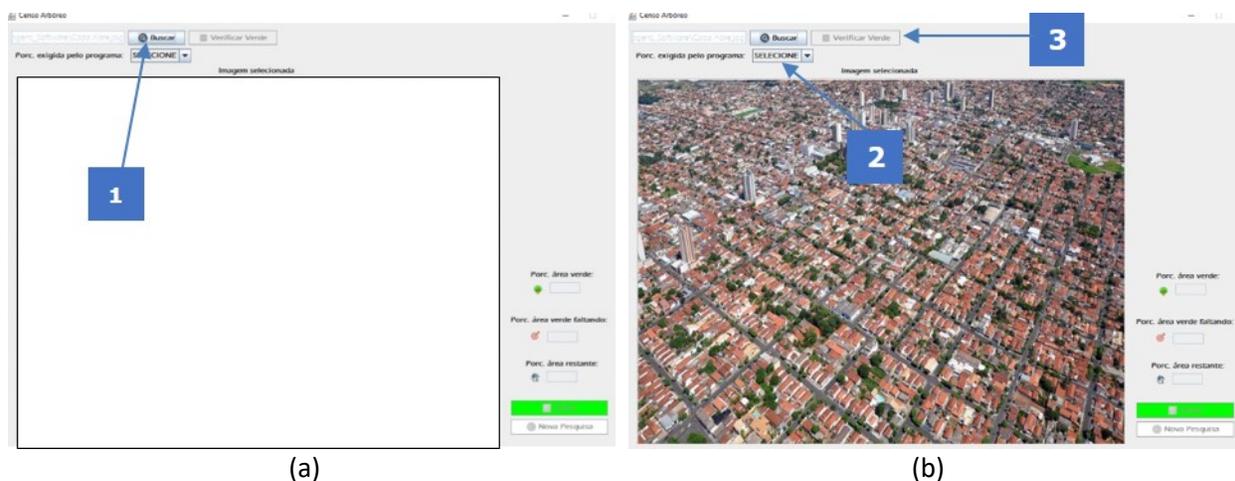


Figura 11. Tela do sistema informatizado - SISARB antes do resultado do processamento da imagem do setor sudoeste de Votuporanga-SP. (Autor, 2018).

Nas telas da Figura 11, a seta 1(a) ilustra o botão no qual o usuário irá buscar a imagem a ser processada, na seta 2(b) o usuário escolherá a porcentagem de verde que ele quer o software encontre na imagem e na seta 3(b) ele pedirá para o software processar a imagem.

Na Figura 12, apresenta-se a tela do software SISARB com o resultado do processamento da imagem. No layout ilustrado na Figura 12, observa-se a imagem 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.

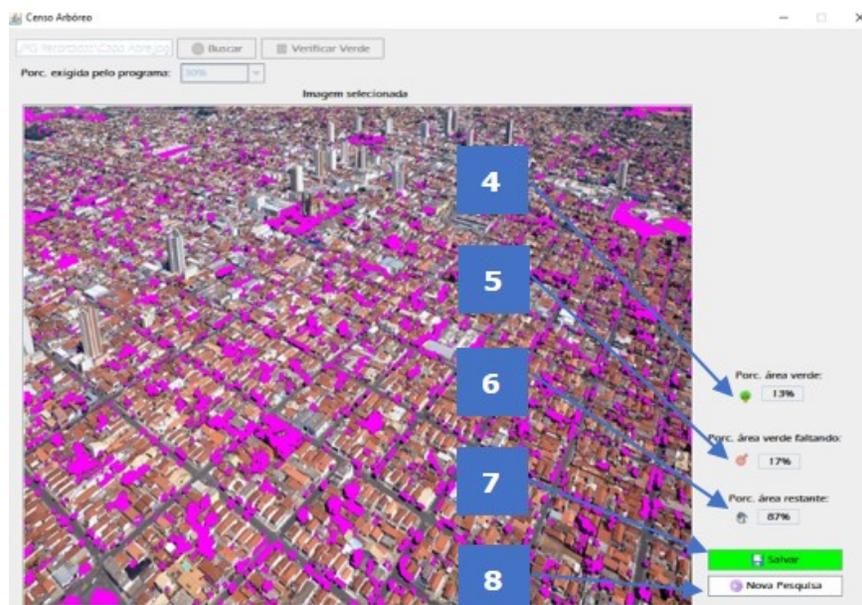


Figura 12. Tela do sistema informatizado - SISARB com o resultado do processamento da imagem do setor sudoeste de Votuporanga - SP em relação a 30% de arborização selecionada. (Autor, 2018).

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 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 relacionadas a arborização urbana realizadas pela cidade de Votuporanga como: reflorestamento, obrigatoriedade de cinturões verdes em novos bairros, revitalização de parques ecológicos, praças e dos canteiros das avenidas além de incorporar educação ambiental nas escolas municipais do ensino fundamental, melhorando assim a sua pontuação junto ao Programa Município Verde Azul, realizado pelo governo do Estado de São Paulo, do qual ela participa.

Conclusão

Para a validação desse software foi utilizada a imagem da região sudoeste da cidade de Votuporanga (SP). Nessa região encontrou-se a porcentagem de 13% de áreas verdes, de um total de 30% selecionado, conseqüentemente, foram detectados 87% de áreas não verdes.

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 pessoas sem conhecimentos específicos para esse fim pois é de fácil acesso e utilização, os requisitos mínimos de hardware para execução são um processador I3, 4gb de memória RAM e 120gb de Hard Disk.

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.

Assim, o principal objetivo do PMVA 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.

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 o software desenvolvido 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.

Referências bibliográficas

- Benatti, D. P., Tonello, K. C., Junior, F. C. A., Silva, J. M. S., Oliveira, I. R., Rolin, E. N., Ferraz, D. L. (2012) Inventário arbóreo-urbano do município de Salto de Pirapora, SP. *Revista Árvore, Viçosa, MG*, **36**(5), 887-894.
- Biondi, D., Althaus, M. (2005) Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. *Curitiba: FUPEF*, 177 pp..
- Booch, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I. (2000) *UML – guia do usuário*. Rio de Janeiro: Campus, 120 pp.
- Deitel, H. M.; Deitel, P. J. (2005) *Java: como programar*. ed. 6. Pearson Prentice Hall. São Paulo.
- Dias, D. S. (1985) O sistema de informação e a empresa. *Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos*.
- Grey, G.W. (1996) *Urban forestry*. 2. ed. *New York: John Wiley & Sons*, 156 pp.
- Kramer, J. A., Krupek, R. A. (2012) Caracterização florística e ecológica da arborização de praças públicas do município de Guarapuava, PR. *Revista Árvore, Viçosa, MG*, **36**(4), *FapUNIFESP (SciELO)*, 647-658.
- Lima, A. M. L. P. (1993) Piracicaba/SP: análise da arborização viária na área central e em seu entorno. *Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)*. *Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba*, 283 pp.
- Macêdo, B. R. M., Lisboa, C. M. C. A., Carvalho, F. G. (2012) Diagnóstico e diretrizes para a arborização do campus central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. *Revsbau, Piracicaba, SP*, **7**(1), 35-51.
- Machado, R. R. B., Meunier, I. M. J., Silva, J. A. A., Castro, A. A. J. F. (2006) Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba*, **1**(1), 10-18.
- 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, Gonçalves, R. P. B., Cortez, L. S. R. (2008) Educação Ambiental como ferramenta para a manutenção da arborização urbana de Porto Alegre - RS. *In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana; Manaus: SBAU*.
- Manuais-Tutorial de Geoprocessamento. Descrição geral do Spring. Acesso em: 20 de abril de 2019, disponível em: http://www.dpi.inpe.br/spring/espanol/tutorial/descricao_geral.html
- McHalle, M. R., McPherson, E. G., Burke, I. C. (2007) The potencial of urban tree plantings to be cost effective in carbono credit markets. *Urban Forestry and Urban Greening. Davis*, **6**, 46-60.
- Milano, M. S. (1988) Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá-PR. *Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR*. 120.
- Milano, M. S. (1995) *Arborização Urbana*. Apostila. Curitiba: UFPR.
- Oliveira, I. L., Ferreira, A. R. (2005) 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*.
- Paiva, H. N., Gonçalves, W. (2002) Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. *Viçosa: Aprenda Fácil, (Coleção Jardinagem e Paisagismo, 2)*. 180.
- Passos, M. M., Lopes JR., W. M. (1998) Algumas considerações sobre a vegetação urbana no município de Bauru-SP. *Revista Geográfica*.
- PMVA - PROGRAMA MUNICÍPIO VERDE AZUL. (2007). Acesso em 15 de novembro de 2021, disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/verdeazuldigital>
- Rachid, C., Couto, H. T. Z. (1999) Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos-SP. *Scientia Forestalis, Piracicaba*, **56**, 59-68.

- Romani, G. N., Gimenes, R., Silva, M. T., Pivetta, K. F. L., Batista, G. S. A. (2012) Quali-Quantitativa da Arborização na Praça XV de novembro em Ribeirão Preto - SP, Brasil. *Revista Árvore, Viçosa-MG*, **36**(3), 479-487.
- Sanchotene, M. C. (1994) Aspects of preservation, maintenance and management of the urban forest in Brazil. *Journal of Arboriculture, Porto Alegre, RS*, **20**(1), 61-67.
- Sather, I., Macie E. E., Dudley, R. H. (2004) Urban forestry manual: benefits and costs of the urban forest. *Athens: USDA Forest Service, 2004*. 27.
- Santos, J. (2014) *Sistema de referência de coordenadas (SRC)*. Acesso em: 20 de abril de 2019, disponível em: <https://pt.slideshare.net/JorgeSantos30/20141011-qgis24-sistemadereferenciadecoordenadas>
- Tabela RGB da Cor Verde. (2019). Acesso em 31 de maio de 2019, disponível em: <https://celke.com.br/artigo/tabela-de-cores-html-nome-hexadecimal-rgb>
- Veras, L. M. S. C. (1986) Plano de arborização de cidades – metodologia. In: *CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, 1., Recife. Anais... Recife: UFRPE, Departamento de Biologia*. 8-14.
- Yang, J., McBride, J., Zhou, J., Sun, Z. (2005) The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. *Urban Forestry and Urban Greening. Davis*, **3**, 65-78.