

**PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA
UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

**PLANNING AND MANAGEMENT OF URBAN AFFORESTATION USING
GEOPROCESSING TECHNIQUES**

**PLANEAMIENTO Y GERENCIAMIENTO DE LA ARBORICULTURA URBANA
UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESAMIENTO**

LUIS GUSTAVO FONTES SPADOTTO¹

OSMAR DELMANTO JÚNIOR²

Recebido em setembro de 2009. Aprovado em setembro de 2009.

¹ Graduado do Curso de Informática para Gestão de Negócios pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

² Professor Pleno da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Graduado em Agronomia pela UNESP-Botucatu. Mestre e Doutor em Irrigação e Drenagem. E-mail: delmantojr@uol.com.br – Fone: (14) 3814-3004 – Botucatu/SP.

PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

RESUMO

A presença de árvores na arborização urbana tem entre outros objetivos promover a melhora do clima através da diminuição de temperatura, sombreamento, mudanças na velocidade e direção dos ventos, além de proporcionar maior harmonia nas cidades, com maior interação na paisagem e urbanização, ajudando também na diminuição das poluições sonora e visual. O planejamento e o monitoramento das árvores são de vital importância para a vivência harmônica entre os seres humanos e o meio ambiente. Para esse planejamento, foram utilizadas as ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG) com o objetivo de mapear e georreferenciar as informações coletadas de cada uma das árvores localizadas nas vias públicas do bairro Jardim Paraíso na cidade de Botucatu-SP. Os dados coletados foram armazenados em um banco de dados e compilados em um Sistema de Informação Geográfico para manipulação e interpretação de dados espaciais, denominado ArcView. Com o monitoramento realizado, verificou-se uma melhora no planejamento, execução e condução dos tratos culturais em cada árvore do bairro, possibilitando uma maior agilidade para tomada de decisões.

PALAVRAS-CHAVE: Arborização urbana. Geoprocessamento. Gerenciamento. SIG.

PLANNING AND MANAGEMENT OF URBAN AFFORESTATION USING GEOPROCESSING TECHNIQUES

ABSTRACT

The presence of trees in urban landscaping has among its objectives the improvement of the climate through the lowering of temperature, shading, changes in speed and direction of winds as well as providing greater harmony in the cities, more interaction with the landscape and urbanization and also helps reduction of noise and visual pollution. The planning and monitoring of the trees are of vital importance to the harmonious living among humans and the environment. For this design we used the tools of Geographic Information System (GIS) to map and geo-information collected from each of the trees located on public roads in the neighborhood Paradise Garden in the city of Botucatu-SP. The data collected were stored in a database and compiled into a Geographic Information System for handling and interpretation of spatial data, called ArcView. With the monitoring carried out, there was an improvement in the planning, implementation and conduct of cultural practices in each tree in the neighborhood, providing greater flexibility for decision making.

KEYWORDS: Geo-processing. GIS. Management. Urban forestry.

PLANEAMIENTO Y GERENCIAMIENTO DE LA ARBORICULTURA URBANA UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESAMIENTO

RESUMEN

La presencia de árboles en la arboricultura urbana tiene entre otros objetivos, la mejora del clima a través de la disminución de temperatura, sombreado, cambios en la velocidad y dirección de los vientos además de proporcionar mayor armonía en las ciudades, con mayor interacción en el paisaje y urbanización, ayudando también en la disminución de las poluciones sonora y visual. El planeamiento y el monitoriamiento de los árboles son de vital importancia para la experiencia armónica entre los seres humanos y el medio ambiente. Para ese planeamiento fueron utilizadas las herramientas del Sistema de Informaciones Geográficas (SIG) con el objetivo de mapear y georreferenciar las informaciones colectadas de cada uno de los árboles localizados en las vías públicas del barrio Jardim Paraíso en la ciudad de Botucatu-SP. Los datos colectados fueron almacenados en un banco de datos y compilados en un Sistema de Información Geográfico para manipulación e interpretación de datos espaciales, denominado ArcView. Con el monitoriamiento realizado, se verificó una mejora en el planeamiento, ejecución y dirección de los tratos culturales en cada árbol del barrio, posibilitando una mayor agilidad para toma de decisiones.

PALABRAS CLAVE: Arboricultura urbana. Geoprocesamiento. Gerenciamiento. SIG.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, verificam-se alguns conflitos diretos no tocante à arborização urbana, principalmente quando a mesma é mal planejada e implantada nas cidades. Como principais problemas, destacam-se os danos causados às fiações elétricas, encanamentos, calhas, bueiros, calçamentos, muros, postes de iluminação, sinalização de trânsito, esgoto e galerias de águas pluviais.

Para o monitoramento das árvores implantadas em uma cidade, dado a sua extensão territorial, as ferramentas de Geoprocessamento vêm sendo muito utilizadas, dada à rapidez, segurança e confiabilidade dos dados em análise.

Nesse contexto, o presente estudo visa ao monitoramento das árvores já existentes e do plantio das espécies em locais pré-determinados, objetivando a elaboração de um banco de dados confiável e prontamente utilizável.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Arborização urbana

A utilização de árvores como elemento componente do meio urbano não é recente. A importância estética e até espiritual das árvores foi registrada na história da civilização pelos egípcios, fenícios, persas, gregos, chineses e romanos. Composto jardins e bosques

sagrados, destacando e emoldurando templos, o uso de árvores determinou conhecimentos rudimentares sobre as mesmas e sua manutenção (BERNATZKI, 1980).

2.1.1 Lei nº 10.098

Esta Lei, da Presidência da República (2000), estabelece as normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, especificamente em seu Capítulo II, artigos 3º ao 5º, que determinam:

Art. 3º O planejamento e a urbanização das vias públicas, dos parques e dos demais espaços de uso público deverão ser concebidos e executados de forma a torná-los acessíveis para as pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida.

Art. 4º As vias públicas, os parques e os demais espaços de uso público existentes, assim como as respectivas instalações de serviços e mobiliários urbanos deverão ser adaptados, obedecendo-se ordem de prioridade que vise à maior eficiência das modificações, no sentido de promover mais ampla acessibilidade às pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida.

Art. 5º O projeto e o traçado dos elementos de urbanização públicos e privados de uso comunitário, nestes compreendidos os itinerários e as passagens de pedestres, os percursos de entrada e de saída de veículos, as escadas e rampas, deverão observar os parâmetros estabelecidos pelas normas técnicas de acessibilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

2.2 Arborização urbana no Brasil

No Brasil, pinturas e desenhos de Franz Post, retratando mudas recém-plantadas de coqueiros, no final da década de 1630 (MESQUITA, 1996), revelam o tratamento urbanístico da cidade do Recife, confirmando a prática da arborização de ruas. No fim do período colonial, no século XVIII, os jardins públicos aparecem como reflexo do iluminismo e da expansão dos maiores centros urbanos, cumprindo um duplo papel de lazer e pesquisa em 1783, o Passeio Público do Rio de Janeiro deu início uma série de outros, entre os quais os de Belém, Olinda, Vila Rica e São Paulo.

Em São Paulo, além da experiência pioneira do Jardim Botânico e do Passeio Público, as árvores apareceram primeiramente nas praças, sendo somente na segunda metade do século XIX

utilizadas nas arborizações de ruas, ainda que muitas vezes pela mão de particulares.

Atualmente, a arborização das cidades é estratégica, quer como resposta às condições ambientais adversas, quer como elemento estético da paisagem urbana, buscando sua compatibilização com os projetos de renovação do tecido urbano.

2.3 Benefícios sociais

Segundo Milano e Dalcin (2000), há aspectos positivos das árvores nas cidades os quais valem ser citados, avaliados e monitorados, contribuindo para:

- melhoria climática;
- redução da poluição atmosférica;
- diminuição da poluição sonora;
- melhoria estética das cidades;
- benefícios sociais, econômicos e políticos.

As condições artificiais das cidades em relação às áreas naturais têm causado grandes prejuízos à qualidade de vida de seus habitantes. Parte desses prejuízos pode ser evitada pelo monitoramento das atividades urbanas e parte pelo planejamento urbano, assim ampliando qualitativamente as áreas verdes e arborização de ruas (MILANO, 1987).

Lapoux (1979) mostra que a importância que as árvores vêm assumindo na sociedade urbanizada é um reflexo do modo de vida humano, o qual hoje tenta se harmonizar com o ambiente que o envolve.

2.4 Benefícios diretos da arborização

Em grande parte, responsável pela sensação de conforto ou desconforto do homem, a ação dos elementos climáticos, isolados, em interação ou mesmo sinergia, é alterada nos centros urbanos. Embora uma árvore sozinha não afete muito sua vizinhança em termos climáticos, grupos de árvores espalhadas podem ser muito eficientes na melhoria microclimática, contribuindo assim para a condição humana (GREY, DENEKE, 1978; SCHUBERT, 1979).

Como a temperatura na sombra é apenas poucos graus mais baixa do que ao sol, a sensação pessoal de conforto à sombra deve-se ao fato de não haver aquecimento provocado pela radiação solar direta (HEISLER, 1974), visto que a temperatura interna ótima do corpo humano é de 37°C, e ganhos ou perdas superficiais de energia em relação a esse ótimo implicam em sensação de desconforto. Nesse sentido, a contribuição das árvores como protetora é significativa: as árvores e outros vegetais interceptam, refletem, absorvem e transmitem radiação solar, melhorando a temperatura do ar no ambiente urbano.

A influência das árvores sobre a temperatura do ar também pode se verificar pela evapotranspiração. Uma árvore isolada pode transpirar

aproximadamente 380 litros de água por dia, resultando num resfriamento equivalente ao de 5 aparelhos de ar condicionado médios (2500 kcal/h) em funcionamento durante 20 horas por dia (GREY, DENEKE, 1978; SCHUBERT, 1979).

O ar junto às árvores está em contato e equilíbrio térmico com as massas de ar vizinhas. Árvores isoladas têm efeito térmico restrito no meio urbano, ao passo que maciços arbóreos ou conjuntos de árvores distribuídos pela cidade podem ser muito efetivos. Dados apresentados por Lombardo (1990) indicam diferenças térmicas de até 10°C entre áreas bem arborizadas na periferia rural e mal arborizadas no centro da cidade de São Paulo. O vento também afeta o conforto humano e seu efeito pode ser positivo ou negativo, dependendo grandemente da presença ou não de vegetação urbana.

As árvores no ambiente urbano, segundo Smith e Dochinger (1976), têm considerável potencial de remoção de partículas e gases poluentes da atmosfera. As folhas das árvores podem absorver gases poluentes e prender partículas sobre sua superfície, especialmente se forem pilosas, serosas ou espinhosas.

Segundo Schroeder e Cannon (1987), as árvores de rua têm um poderoso impacto sobre como as pessoas julgam a qualidade estética das áreas residenciais, contribuindo,

assim, significativamente para a qualidade visual das ruas.

Deve também ser considerado que, além da melhoria estética, as árvores contribuem para minimizar os efeitos do que comumente é chamada poluição visual no meio urbano.

Schubert (1979) e Reethof e Heisler (1976) destacam a importância do uso de árvores nas cidades, atuando como protetoras contra a visibilidade de cenas desagradáveis, fornecendo proteção contra luzes noturnas incômodas e ainda podendo proporcionar privacidade.

2.5 Geoprocessamento

O geoprocessamento é na atualidade uma ferramenta indispensável à sucessão de projetos ligados à área de meio ambiente. As grandes áreas normalmente abrangidas por estes projetos fazem do uso do geoprocessamento como principal meio para o manuseio das grandes bases de dados envolvidos; sejam de caráter espacial ou não (PETERSEN et al. 1995).

Permitem também o tratamento de dados, gerando informações e viabilizando soluções através de modelagem e simulações de cenários (ROCHA, LAMPARELLI, 1998).

De acordo com Dainese (2001), o geoprocessamento converte as informações do mundo real para o sistema

computacional. Esta conversão é feita sobre bases cartográficas, através de um sistema de referência apropriado. Um sistema de geoprocessamento é, normalmente, destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente (georreferenciados), desde a sua obtenção até a geração de saídas na forma de mapas, arquivos digitais ou relatórios.

Informações georreferenciadas têm como característica principal a localização, ou seja, estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas (CÂMARA, 1996).

O objetivo principal do geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais para que sejam determinadas as evoluções temporais e espaciais de um fenômeno geográfico (RODRIGUES, 1990; CÂMARA, MEDEIROS, 1998).

A informação geográfica apresenta uma natureza dupla: um dado geográfico possui uma localização geográfica, expressada pelas coordenadas em um espaço geográfico e atributos descritivos, que são representados em um banco de dados convencional. De forma intuitiva, pode-se definir o termo espaço geográfico como o grupo de localização na superfície da terra, sobre a qual ocorrem fenômenos geográficos. O espaço geográfico define-se, portanto, em função de suas coordenadas, suas altitudes e sua posição relativa, sendo

possível de ser cartografado (CÂMARA, 1996).

Segundo Mendes e Cirilo (2001), a definição conceitual de geoprocessamento é uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma geral, características e relações importantes, através de dados espaciais.

2.6 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Segundo Moreira (2001), as ferramentas utilizadas para realizar o geoprocessamento compõem-se de um conjunto denominado de Sistema de Informação Geográfica (SIG), às vezes chamado de GIS, do inglês Geographic Information System.

De forma mais explícita pode-se denominar que um Sistema de Informações Geográficas (SIG) inclui-se no ambiente tecnológico que se chama geoprocessamento e é definido como o conjunto de técnicas relacionadas com coleta, armazenamento e tratamento de dados espaciais e georreferenciadas para que possam ser utilizadas no espaço físico geográfico (CÂMARA, 1996).

Para Borrough (1998), *Geographical Information Systems* é um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um

conjunto particular de propósitos. Da mesma maneira, Marble (1984) complementa o conceito anterior definindo o SIG como sistema voltado à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações referenciadas espacialmente.

O SIG sistematiza dados georreferenciados que possibilitam um planejamento e monitoramento de assuntos ligados ao espaço físico geográfico através dos produtos gerados pelo sistema, que são arquivos digitais incluindo mapas, tabelas, gráficos e relatórios. (CÂMARA, 1996).

De acordo com Eastman (1999) e Bonham-Carter (1994), a representação de dados espaciais em um SIG pode ser feita de dois tipos: o vetorial e o raster. No tipo vetorial, os limites das feições são definidos por uma série de pontos que se agrupam formando linhas ou polígonos. Os pontos possuem coordenadas geográficas (X e Y). Os atributos das feições são armazenados separadamente no programa e a ligação entre ambos pode ser feita através de um número identificador. No tipo raster, a representação gráfica das feições e atributos é unificada. A área de estudo é dividida em uma malha de células ou pixels que armazenam os atributos da área. A cada célula é dado um valor numérico que pode representar tanto o identificador da feição quanto atributos qualitativos e quantitativos.

O SIG foi desenvolvido para os pesquisadores que encontraram dificuldade para manipulação de diferentes tipos de dados em grande escala. A partir disto, o SIG foi desenvolvido como um sistema capaz de extrair os dados apropriados a partir de banco de dados, convertendo-os de forma a ficar acessíveis para análise e apresentar os resultados em forma de mapas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

O termo SIG refere-se àqueles sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos. Armazenando a geometria e os atributos dos dados georreferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e em uma projeção cartográfica qualquer. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados (CÂMARA, MEDEIROS, 1998).

De acordo com Batty et al. (1999), dentre os softwares para SIG, o ArcView é um dos mais utilizados e flexíveis, apresentando uma série de acessórios fundamentais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Notebook modelo HP ze2420, processador AMD Sempron 3.0, 1 Gigabyte de memória, disco rígido de 60 Gigabytes e gravador de CD.
- Software ArcView GIS 9.2, desenvolvido pela ERSI (Environmental Systems Research Institute).
- Microsoft Excel 2007.
- Fotografia aérea do município de Botucatu, escala de aproximadamente 1:30000 do voo realizado pela Base Aerofotogramétrica S/A, de 2005.

3.2 Métodos

O estudo foi desenvolvido no perímetro urbano do bairro do Jardim Paraíso, caracterizado como sendo residencial nobre, (classe A-B), possuindo aproximadamente 450 árvores de diferentes espécies e portes. O bairro localiza-se nas coordenadas geográficas de 22°52'47" de latitude S e 48°25'12" de longitude W com altitude de 810 m.

A cidade de Botucatu-SP possui uma área territorial de 1.482,874 Km² e com população de 121.274 habitantes. Possui dois níveis distintos de altitudes: de 400 a 500 metros na Baixada, 700 a 900 metros na Serrana, provocando assim diferentes níveis de temperatura. A região mais elevada apresenta 2° a 3° C a menos do que na baixada, tendo uma temperatura média de

19° C. O clima da região é subtropical úmido, com invernos secos e verões quentes. Com quase 150.000 ha de área territorial, possui diferentes composição de cobertura vegetal; sendo: cerradão 440 ha, várzea 663 ha, nativas: mata primária de 2556 ha e mata secundária de 1984 ha. Embora apresente diferentes coberturas vegetais no seu território, na área urbana a arborização com espécies nativas é escassa, devido à pouca importância dada a essas espécies nas administrações passadas, segundo o IBGE (2008).

O Bairro Jardim Paraíso conta com 31 ruas, 2 avenidas e 71 quarteirões, conforme Figura 1. O local apresenta uma organização urbanística razoável, com ruas, avenidas e passeios com uma largura adequada para a arborização urbana, com presença de fiações elétricas aparentes, construções regulares e a maior parte da área caracterizada como zona residencial.



Figura 1. Fotografia aérea do bairro Jardim Paraíso. Fonte: Prefeitura Municipal de Botucatu, 2008.

3.3 Coleta de dados

Como etapa inicial do trabalho, foi realizado um levantamento cadastral de todas as árvores existentes localizadas nos passeios e canteiros das ruas e avenidas do bairro, sendo que o total das árvores constantes das avenidas já havia sido levantado pela Secretaria do Meio Ambiente. As espécies inventariadas e suas características foram anotadas em fichas, como as da Tabela 1, contendo as seguintes informações: endereço, número, bairro, espécie, altura, DAP, presença de rede aérea, diâmetro da copa, distância do poste, recuo, passeio, esquina, primeira bifurcação, raiz, tronco e estado fitossanitário.

Tabela 1: Ficha de inventário

Endereço:		Bairro:	
Espécie:		Altura:	DAP:
Ø da copa:	Floração:	Frutificação:	
Raiz:	Tronco:	Fitossanitário:	
Rede Elétrica:		Sabesp:	
Passeio:	Recuo:	Dist/ Poste:	
Obs:			

Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Botucatu, 2008

3.4 Espaçamento e distâncias

No local, as árvores foram distribuídas obedecendo critérios de porte, largura do passeio, largura da rua, distância do

tratamento de esgoto, recuo de residências, distância das árvores já existentes e também presença de rede elétrica aérea, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Afastamentos e distâncias adotadas

Afastamentos e Espaçamentos	Distância (metros)
Entre uma árvore e outra	6 a 8
Entrada de portões e portas	1
Ponto de ônibus	2
Faixa de entrada de veículos	2
Encanamentos de água e esgoto	1
Iluminação pública e telefonia	5
Esquinas	5

Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Botucatu-SP, 2008.

A partir da numeração das ruas, foram realizadas visitas em cada quarteirão para o estudo e avaliação dos indivíduos arbóreos.

3.5 Banco de dados

Para elaboração do banco de dados contendo as informações arbóreas do levantamento quali-quantitativo do bairro Jardim Paraíso até o dia 05 de maio de 2008, foi utilizado o programa Microsoft Excel originando uma planilha de fácil visualização contendo os atributos: endereço, número, bairro, espécie, altura, DAP, presença de rede aérea, diâmetro da copa, distância do poste, recuo, passeio,

esquina, primeira bifurcação, raiz, tronco e estado fitossanitário originando os dados da Figura 2.

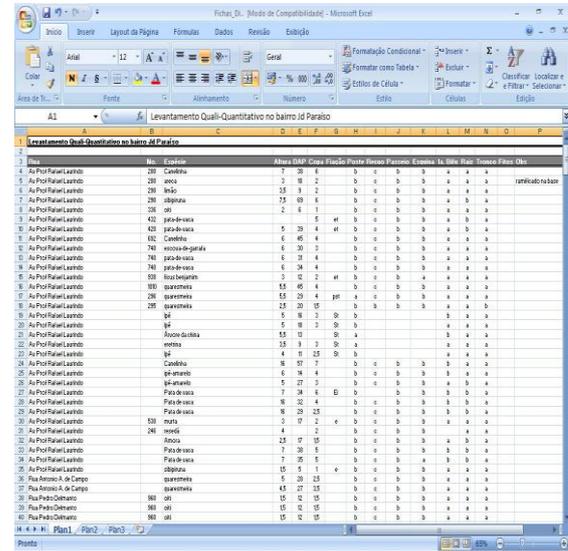


Figura 2. Banco de dados das árvores do bairro do Jardim Paraíso desenvolvido em Excel.

Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Botucatu-SP, 2008.

3.6 Criação dos Shapes

Para a criação e localização das árvores no mapa, é necessário criar um shape. O significado do shape é a forma de representar qualquer objeto no ArcView, esses shapes podem ser de três tipos: ponto, linha ou polígono. Para criação desses shapes, é utilizado o ArcCatalog, conforme a Figura 3.

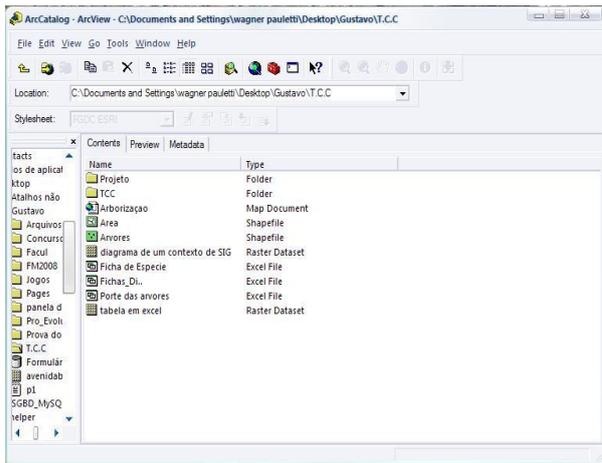


Figura 3. Aplicativo ArcCatalog para a criação de shapes.

Fonte: ERSI, 2008.

3.7 Interface Banco de Dados com o SIG

Após a coleta dos dados e a criação dos shapes, foi feito um link para unir o banco de dados ao SIG. O ArcView suporta o Microsoft Excel através de uma ferramenta dentro do ArcView chamada *Join Data* conforme mostra a Figura 4. Nesta união é escolhida a planilha onde se encontra o banco de dados e os atributos a serem lincados.

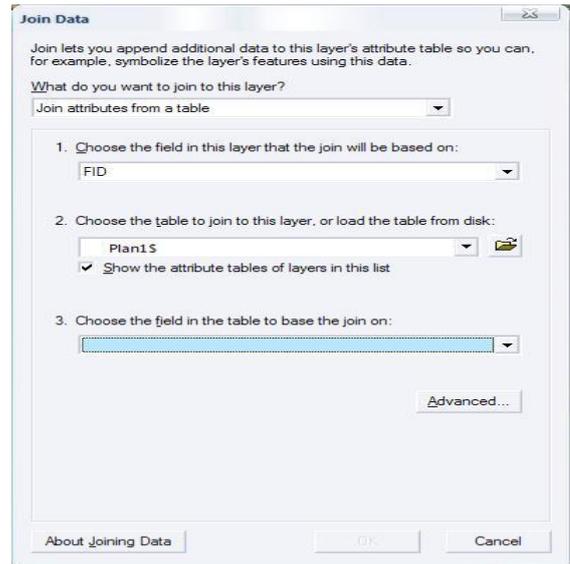


Figura 4. União da planilha do banco de dados com o ArcView

Fonte: ERSI, 2008.

3.8 Visualização do SIG

Após a ligação do banco de dados ao SIG, foi obtida uma visualização mapeada de fácil compreensão (Figura 5).

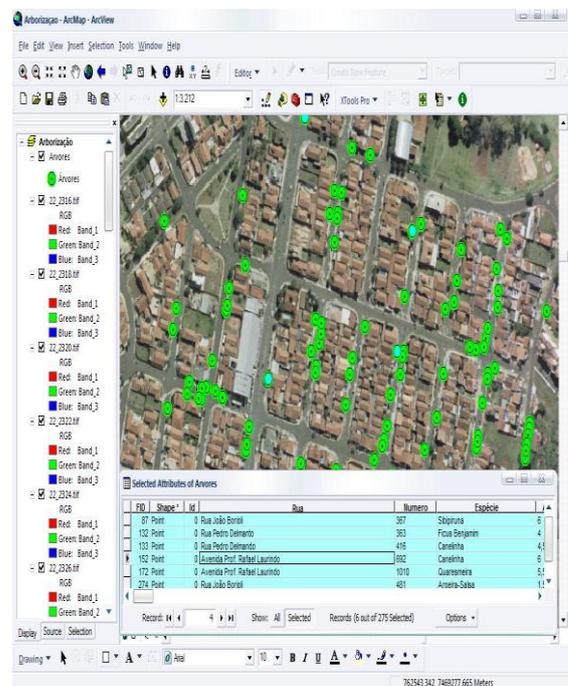


Figura 5. Resultado da união do banco de dados com o ArcView.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta das informações arbóreas e a compilação dos dados no programa de Sistema de Informações Geográficas, obtiveram-se os seguintes resultados:

4.1 Visualização

O programa utilizado, ArcView GIS 9.2, possibilitou a fácil localização e interpretação dos dados de cada árvores constante do Bairro Jardim Paraíso, conforme Figura 6.

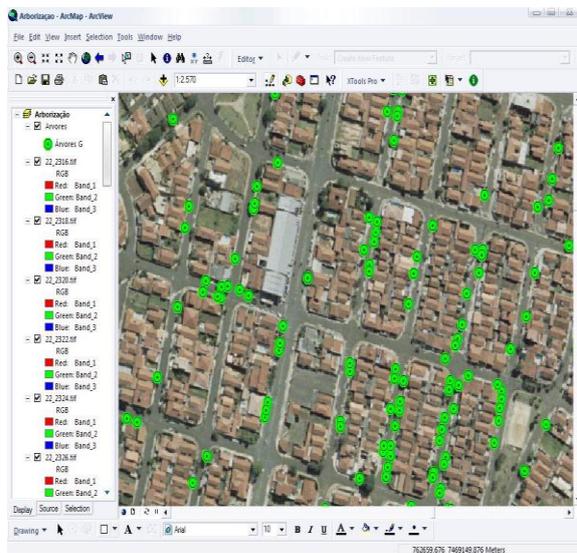


Figura 6. Mapa temático das árvores no bairro do Jardim Paraíso.

4.2 Identificação

As árvores poderão ser visualizadas e consultadas através do programa, mediante um “click”, onde serão obtidas todas as especificações sobre a mesma, conforme

Figura 7, localizada na Avenida Professor Rafael Laurindo nº 692.

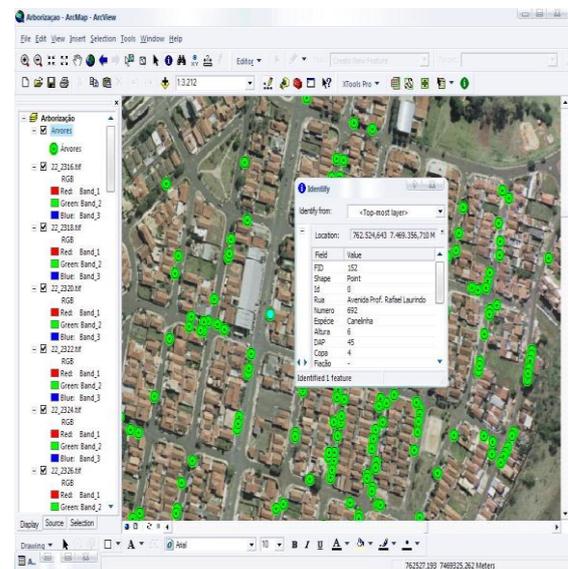


Figura 7. Consulta ao Banco de Dados

4.3 Área

A área objeto de estudo, correspondente a 48,2 hectares foi calculada utilizando-se o software ArcView, Figura 8. Segundo a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Botucatu, a quantidade de árvores recomendadas para o bairro é de uma árvore por lote, de 250m²; portando a necessidade de árvores para o bairro seria de 1.248 árvores, em detrimento das 451 árvores levantadas. Porém a área levantada não se compõe apenas lotes, mas também de praças, ruas e avenidas. Em conformidade com as diretrizes da Secretaria do Meio Ambiente de Botucatu, deve ser considerada uma redução de 35% dessa área, correspondente às ruas, avenidas e praças,

sendo assim, a área exata seria reduzida para 31,33 hectares.

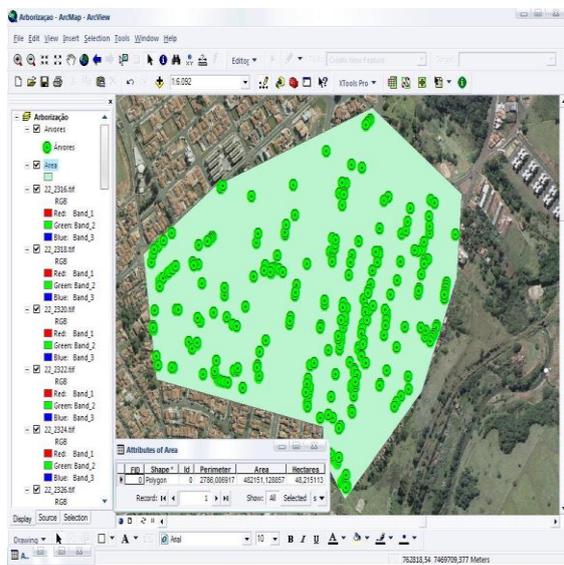


Figura 8. Área do Bairro Jardim Paraíso.

4.4 Necessidade de Recuperação

Do total das 451 árvores monitoradas existentes no local de estudo, 338 árvores (75%) apresentaram boa condição, 105 árvores (23%) necessitam de recuperação em sua condição e 8 árvores (2%) não necessitam de recuperação em sua condição, Figura 9.

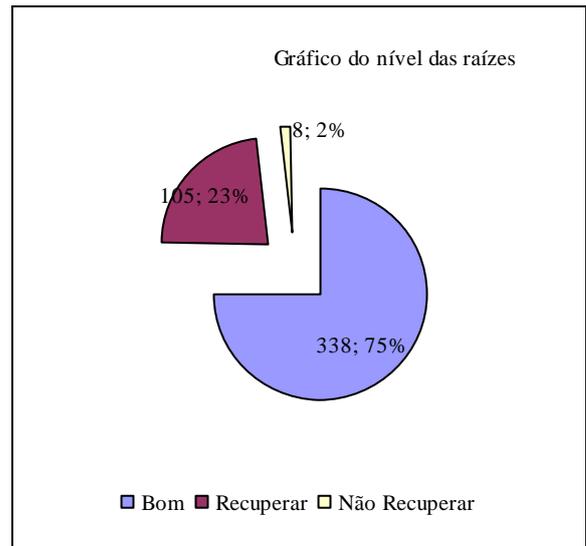


Figura 9. Gráfico do nível das raízes.

Pelos dados obtidos, verificou-se a baixa porcentagem de árvores a serem recuperadas, mostrando a importância do planejamento e execução no plantio.

4.5 Localização das árvores em relação ao passeio público

Pela Figura 10, verifica-se que 410 árvores (91%) estão localizadas entre 1,5 a 3 metros na calçada, mostrando a boa adequação quanto ao espaçamento em relação ao passeio público; 20 árvores (4%) apresentaram espaçamento menor que 1,5 metros e 21 árvores (5%) apresentaram um espaçamento maior que 3 metros.

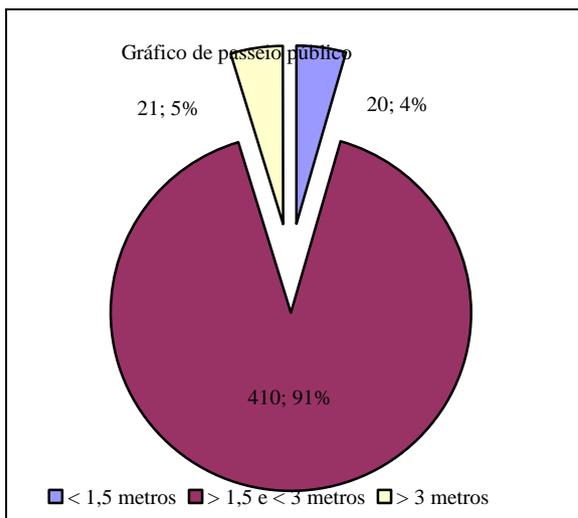


Figura 10. Gráfico de Passeio Público.

4.6 Porte das árvores

Pela Figura 11, verifica-se que a maioria das árvores do Bairro Jardim Paraíso, mostra-se adequada com o recomendado para a arborização urbana, considerando-se principalmente que estas árvores não causam danos ao passeio público e à fiação elétrica presente no local

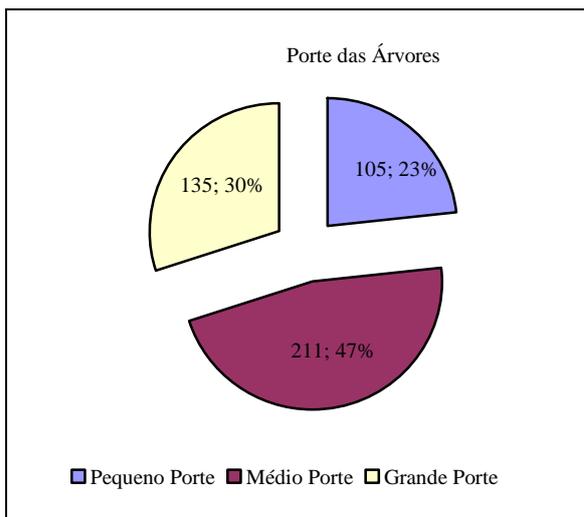


Figura 11. Gráfico do porte das árvores.

4.7 Estado fitossanitário

Do monitoramento realizado, pode-se detectar que 97% das árvores do Bairro Jardim Paraíso apresenta bom estado fitossanitário e, apenas 3% das árvores mostra-se doente, Figura 12, podendo concluir que tal fenômeno não possui ligação direta com o planejamento e plantio efetivado.

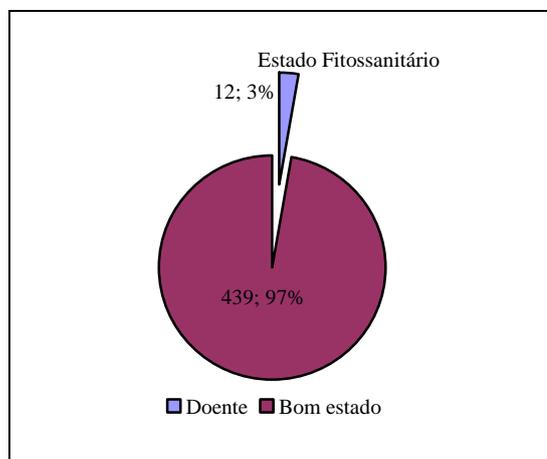


Figura 12. Gráfico do estado fitossanitário das árvores do Bairro Jardim Paraíso

4.8 Planejamento

Quanto ao planejamento, verifica-se que a maioria das árvores do Bairro do Jardim Paraíso, aproximadamente 370 árvores, foi plantada de maneira correta e cerca de 85 de maneira incorreta quando do plantio causando danos ao calçamento, Figuras 13 e 14.

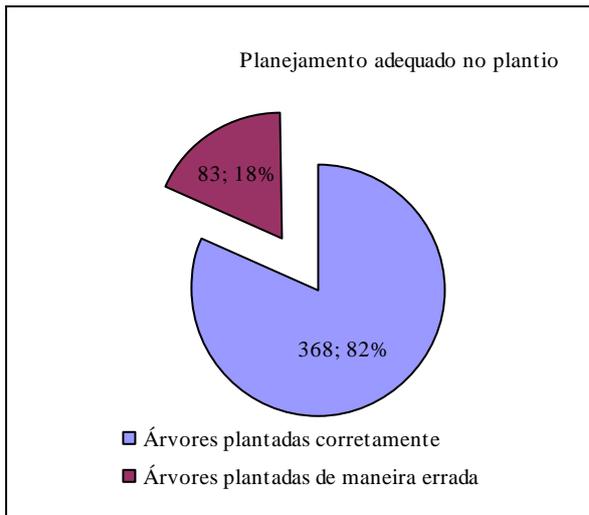


Figura 13. Gráfico do planejamento adequado no plantio das árvores no Bairro do Jardim Paraíso.



Figura 14. Danos no calçamento por planejamento inadequado no plantio.

A falta de planejamento do plantio de árvores em área urbana pode ocasionar danos ao passeio público e à fiação elétrica, levando à necessidade de remoção das mesmas e novos plantios em áreas previamente determinadas.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, nas condições em que o trabalho foi conduzido, conclui-se que:

1. a utilização de ferramentas do Sistema de Informações Geográficas – ArcView, mostra-se eficiente quanto a compilação e interpretação dos dados;
2. a interação do SIG/Banco de Dados é de fundamental importância para a agilidade de tomada de decisões e localização precisa das espécies arbóreas que compõem a arborização urbana do Bairro do Jardim Paraíso;
3. a maioria das árvores do Bairro Jardim Paraíso apresenta estar bem planejada, conduzida, localizada, com porte adequado, bom estado fitossanitário, e sem necessidade de recuperação, apesar de não ser a quantidade arbórea desejada para o local;
4. o trabalho permitirá o desenvolvimento de novos monitoramentos na área do meio ambiente e arborização urbana no município de Botucatu, propiciando maior agilidade na gestão e tomada de decisões.

6 REFERÊNCIAS

BATTY, M; DODGE, M; JIANG, B;
SMITH, A. **Geographical information system and urban design**. In Stillwell, J.; Geertman, S; Openshaw, S. *Geographical Information and Planning*. Berlin, Springer. p.43-65; 1999.

BERNATZKY, A. **Tree ecology and preservation**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, p. 313-323. 1980.

BORROUGH, P. **Principles of geography information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press. 1998.

BRASIL. Presidência da República. **Lei 10.098** de 19 de dezembro de 2000.

Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/>

Acesso em: 29 set. 2009

CÂMARA, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas; SP, Instituto de Computação; UNICAMP, 1996. 197p.

CÂMARA, G., MEDEIROS, J.S.
Princípios básicos em geoprocessamento.
In: ASSAD, E.D., SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2.ed. Planaltina: Centro de

Tékhne e Lógos, Botucatu, SP, v.1, n. 1, out. 2009

Pesquisa Agropecuária dos Cerrados; Embrapa, 1998. p.3-11.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1.ed. São Paulo. Edgard Blücher Ltda, 1999. 236p.

DAINESE, R.C. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não-supervisionada e análise visual**.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2001. 186p.

EASTMAN, J.R. **IDRISI 32 for Windows: guide to GIS and image processing**. Massachusetts: 2v. Clark University, 1999.

GREY, G. W. e DENEKE, F. J., **Urban Forestry**. John Wiley and Sons, New York. p. 154-173. 1978.

HEISLER, G.M. Trees and human confort in urban areas. **Journal of Forestry.**, v. 72, n. 8, p. 462-469. 1974.

LAPOIX, F. Cidades verdes e abertas. In: Ferry, M.G. (Coord.) **Enciclopédia de Ecologia**. São Paulo: EDUSP, 1979, p. 324.

LOMBARDO, M.A. Vegetação e clima. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3.,1990, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 1990. 368 p.

MARBLE, D. Geographical information system: an overview. In: Pecora, 9 Conference, Sioux Falls, S. D. **Proceedings**. Sioux Falls, S. D. V.1, p. 18-24, 1984

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A., **Geoprocessamento em Recursos: Hídricos Princípios, Integração e Aplicação**. ABRH, Porto Alegre; RS, 2001. 533p.

MESQUITA, Z. Do território a consciência territorial. In: **Territórios do cotidiano: uma introdução a novos olhares e experiências**. Porto Alegre/Santa Cruz do Sul-RS: Editora. Universitária/UFRGS. 1996.

MILANO, M.S. O planejamento da arborização, as necessidades de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba; PR. **Floresta**, v.17, n.1/2, p.15-21, jun./dez.1987

MILANO, M.S. e DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000. 226p.

MOREIRA, M. A., **Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 1ª ed. São José dos Campos; SP, Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), 2001.

PETERSEN, G.W., et al. Geographic informations systems in agronomy. **Advanced Agronomy**, v.55, p.67-111, 1995.

REETHOF, G.; HEISLER, G. M. **Trees and Forest For Noise Abatement and Visual Screening**. p.39-48. 1976.

ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. Geoprocessamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. Mecanização e Agricultura de Precisão. **Anais**. Lavras; MG, UFLA/SBEA, p.1-30. 1998.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1990, São Paulo. **Resumos...** São Paulo; SP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. p.1-26.

SCHROEDER, H. W., CANNON, W. N. Visual quality of residential streets: both street and yard trees make a difference.

Arboricultural Journal, ano 13, n.10. p.
236-239. 1987.

**SCHUBERT, T.H. Trees for urban use in
Puerto Rico and The Virgin Islands.**
1979. 91 p.

SMITH, W; DOCHINGER, L. S.
**Capability of metropolitan trees to
reduce atmospheric contaminants.** p. 48-
59. 1976.