



Aplicação de tecnologias móveis para o cadastro e o mapeamento da arborização viária do MSP



Cristina Tokie Sannomiya Laiza¹,
Flavio Laurenza Fatigati²,
Hélia Maria Santa Bárbara Pereira²,
José Eduardo De Sousa Costa¹,
Marcella Carmona Wahl Rontani Migliacci²

¹ São Paulo Urbanismo - SPURBANISMO

² Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente - SVMA

Trabalho elaborado no âmbito do **curso de extensão em geoprocessamento** oferecido pela **PMSP/SMDU** – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano - e ministrado pelo **GAESI** - Grupo de Automação Elétrica em Sistemas Industriais, Portuários e Segurança Eletrônica do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da **Universidade de São Paulo**.

Objetivo:

Verificar a **viabilidade da adoção de equipamentos e tecnologias móveis** para o **cadastro e o mapeamento da arborização viária** do Município de São Paulo.

Metodologia:

Comparação do método **tradicional** de posicionamento de exemplares arbóreos utilizado pelos programas SISGAU e Identidade Verde (**medição com trena**).

com

o método utilizado pela SP Urbanismo para o cadastramento do mobiliário urbano do MSP (abrigo de ônibus/taxis, placas com os nomes das vias públicas, etc), baseado no uso de **equipamentos e tecnologias móveis** associadas ao **Mapa Digital da Cidade – MDC**

em relação ao posicionamento “real” dos exemplares arbóreos.

Área escolhida:

Rua Vanderlei

Perdizes – Sumaré – São Paulo/SP

O MDC – Mapa Digital da Cidade de SP

- * Restituição aerofotogramétrica de imagens obtidas entre o final de 2003 e o início de 2004,
- * Escalas de 1:1.000 (nas áreas urbanas) e 1:5.000 (nas áreas “rurais”),
- * Chega aos níveis de lotes e edificações, com curvas de nível 1x1m nas áreas urbanas do MSP e de 5x5m nas demais áreas,
- * Base de dados geocodificados (padrão OpenGIS),
- * Armazenamento na PRODAM, em plataforma Oracle 10g Spatial,
- * Acesso via conexão remota pela rede Intranet da PMSP, com a utilização de *softwares* de geoprocessamento,
- * Gestor: SIG-SP

O MDC – Mapa Digital da Cidade de SP



Foto aérea



Restituição cartográfica

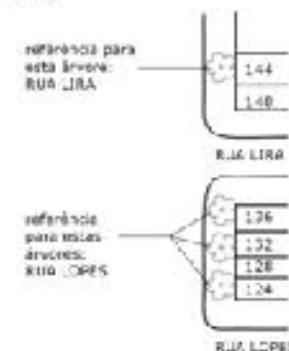
Método tradicional de cadastro e posicionamento de exemplares da arborização viária

SISGAU (SVMA) e
Identidade Verde (SMSP)



REFERÊNCIA

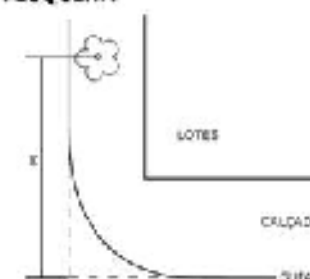
sentido crescente da numeração dos lotes
↑



	A	B	C	D	E	F	G
	REF. ENDEREÇO	VALOR DA ÁREA (M ²)	VALOR DO LOTE (M ²)	VALOR DO LOTE (M ²)	VALOR DO LOTE (M ²)	VALOR DO LOTE (M ²)	VALOR DO LOTE (M ²)
10	Rua Lira de Moraes	10,20	2,10	120		BRASILIANA	CAVALARIA
11	Rua Lira de Moraes	10,20	2,10	140		Árvore tipo	Árvore tipo
32	Rua Horta de Moraes	183,10	2,65	185		Caesalpinia sabinifera	Stenandrium sabinifera
33	Rua Horta de Moraes	133,20	2,20	135		Caesalpinia sabinifera	Stenandrium sabinifera
34	Rua José de Farias Guimarães	11,20	2,10	220		Árvore tipo	Árvore tipo
35	Rua José de Farias Guimarães	41,70	2,60	270		Árvore tipo	Árvore tipo
38	Rua José de Farias Guimarães	51,20	2,60	270		Árvore tipo	Árvore tipo
39	Rua José de Farias Guimarães	80,50	2,10	250		Calceolaria canariensis	Leucanthes
40	Rua José de Farias Guimarães	10,10	2,60	250		Árvore tipo	Árvore tipo
38	Rua José de Farias Guimarães	75,00	3,00	300		Cordia alliodora	Cordia
40	Rua José de Farias Guimarães	85,00	2,10	300		Árvore tipo	Árvore tipo
41	Rua José de Farias Guimarães	30,00	2,10	320		Árvore tipo	Árvore tipo
42	Rua José de Farias Guimarães	125,00	2,60	370		Rosa angustata	Prunella
43	Rua José de Farias Guimarães	154,70	2,70	380		Tubocela semibiploba	Leuca E. Balmata
44	Rua José de Farias Guimarães	161,10	2,10	350		Árvore tipo	Árvore tipo
40	Rua José de Farias Guimarães	111,10	2,10	400		Árvore tipo	Árvore tipo
41	Rua Cardoso de Almeida	4,90	3,00	440	u	Abutilon	Musa
47	Rua Cardoso de Almeida	12,50	3,00	440	w	Ipomoea	Banana
48	Rua Cardoso de Almeida	9,10	3,00	440	e	Ipomoea	Ipomoea
49	Rua Cardoso de Almeida	21,10	3,10	440	e	Hibiscus	Alnus
50	Rua Cardoso de Almeida	27,00	3,00	450		Alnus	Magnolia
51	Rua Cardoso de Almeida	33,00	3,00	470		Ligustrum	Baccharis
52	Rua Cardoso de Almeida	39,00	3,00	480		Ipomoea	Ipomoea
53	Rua Cardoso de Almeida	45,00	2,90	480		Árvore tipo	Árvore tipo
54	Rua Cardoso de Almeida	76,50	2,90	490		Árvore tipo	Árvore tipo
55	Rua Cardoso de Almeida	82,50	2,80	510		Caesalpinia sabinifera	Stenandrium
56	Rua Cardoso de Almeida	117,10	2,80	520		Caesalpinia sabinifera	Stenandrium
57	Rua Cardoso de Almeida	113,00	2,50	520		Rubus	Árvore da floresta nativa
58	Rua Cardoso de Almeida	125,00	2,40	540		Árvore tipo	Árvore tipo
59	Rua Cardoso de Almeida	125,00	2,80	540		Árvore tipo	Árvore tipo
60	Rua Cardoso de Almeida	131,00	2,80	540		Caesalpinia sabinifera	Stenandrium
61	Rua Maria Nogue	10,20	2,75	600		Rosa angustata	Baccharis
62	Rua Maria Nogue	28,20	2,80	620		Hibiscus	Hibiscus
63	Rua Maria Nogue	27,00	2,10	620		Hibiscus	Hibiscus

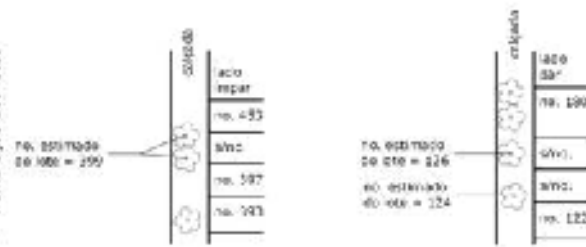
DISTÂNCIA DA ESQUINA

sentido crescente da numeração dos lotes
↑



NÚMERO DO LOTE

sentido crescente da numeração dos lotes
↑



O fluxo do cadastramento arbóreo tradicional

SISGAU - Sistema de Gerenciamento das Árvores Urbanas

Ficha de cadastramento preenchida em campo



Digitação dos dados



BD Alfanumérico (não especializado)



Banco de dados (PRODAM)

Método utilizado pela SP Urbanismo para o cadastro e o mapeamento pontual do mobiliário urbano do MSP, com a aplicação de equipamentos e tecnologias móveis

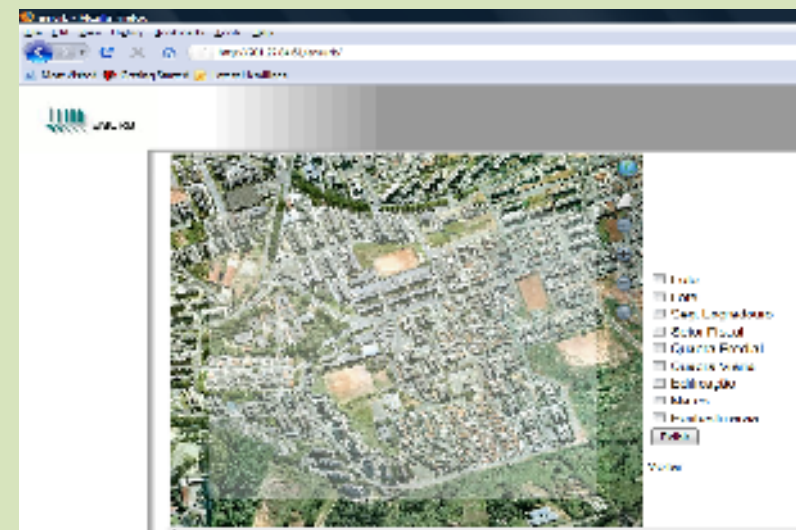
Elaborado pelo GAESI / POLI / USP, tendo o MDC como base espacial.



Uma Prefeitura Coopera o Google e Fabrica o LEVANTAMENTO em Aberto

Relatório de LEVANTAMENTO em Aberto

Ordem	Data e hora	Localidade	CID	Coordenada X	Coordenada Y	Região	OK	ERRO	COMPL
1	07/06/11 08:47:34	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'19.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
2	07/06/11 09:04:54	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'05.000000	-23°38'09.700000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
3	07/06/11 09:12:34	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
4	07/06/11 09:22:47	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'42.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
5	07/06/11 09:34:53	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'43.000000	-23°38'04.000000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
6	07/06/11 09:42:53	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
7	07/06/11 09:41:57	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'05.000000	-23°38'08.000000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
8	07/06/11 09:47:42	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
9	07/06/11 09:52:53	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'04.000000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
10	07/06/11 10:00:59	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'42.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
11	07/06/11 10:11:23	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
12	07/06/11 12:24:27	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
13	07/06/11 13:01:00	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
14	07/06/11 13:06:58	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
15	27/06/12 14:27:28	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
16	27/06/12 14:30:00	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
17	27/06/12 14:31:48	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
18	27/06/12 14:34:10	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
19	27/06/12 14:38:46	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
20	27/06/12 15:00:27	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
21	27/06/12 15:01:16	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
22	27/06/12 15:04:00	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J
23	27/06/12 15:04:58	Parque do Zoológico	28024000	-52°58'03.000000	-23°38'07.200000	28024_AR_JITUARQUE_01	✓	OK	J



Método utilizado pela **SP URBANISMO** para o cadastro e o mapeamento pontual do mobiliário urbano do MSP, com a aplicação de equipamentos e tecnologias móveis

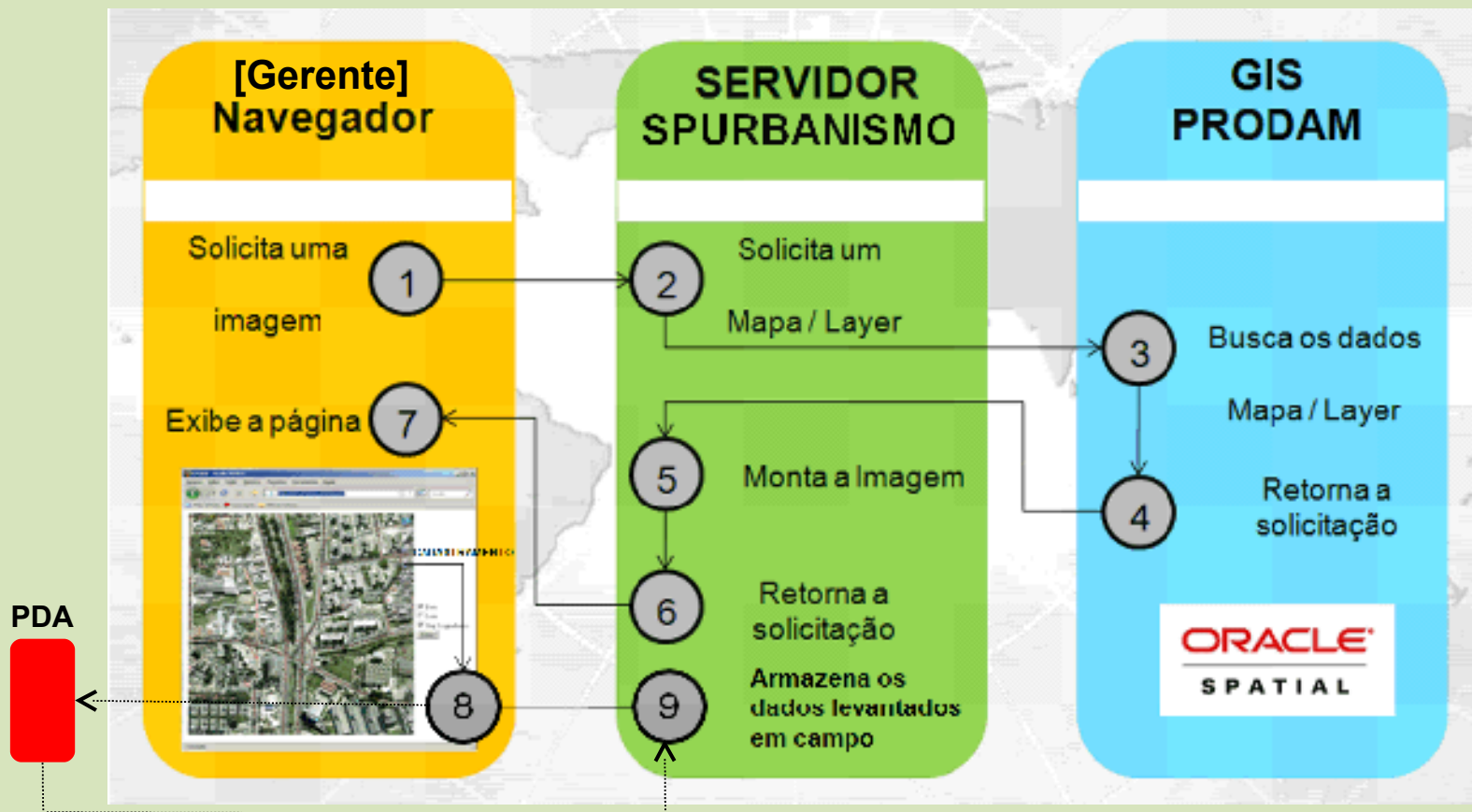
Instalado em **PDA**s (*Personal Digital Assistant*), trata-se de um sistema estruturado a partir do uso de linguagens de programação específicas (**Web 2.0 – Ajax, XML – GML, Java Micro Edition, SuperWaba**, etc), bancos de dados relacionais e bibliotecas **SIG/GIS**, que permite o cadastro e o mapeamento do mobiliário urbano em campo, em tempo real, conectado aos servidores da SPURBANISMO e da PRODAM, sendo que, desse último, utiliza o **Mapa Digital da Cidade de São Paulo - MDC** - como **base cartográfica** para a espacialização dos registros identificados durante os trabalhos de levantamento.

A **comunicação e a transferência dos dados** coletados em campo entre o PDA e o servidor local da SPURBANISMO ocorrem através da **Internet (Web Service)**, com o uso de sinais de **redes wireless (Wi-Fi)** ou de **telefonia digital** padrão **3G** (banda larga).

Contratação externa:

Equipes de cadastramento, fornecimento, manutenção e atualização dos equipamentos móveis.

O fluxo do sistema da SPURbanismo



Área escolhida:

Rua Vanderlei

Perdizes – Sumaré – São Paulo/SP

- Diversidade de traçados,
- Ocorrência de declividade,
- Intensa arborização viária,
- Existência de cadastro prévio feito pela SMSP.



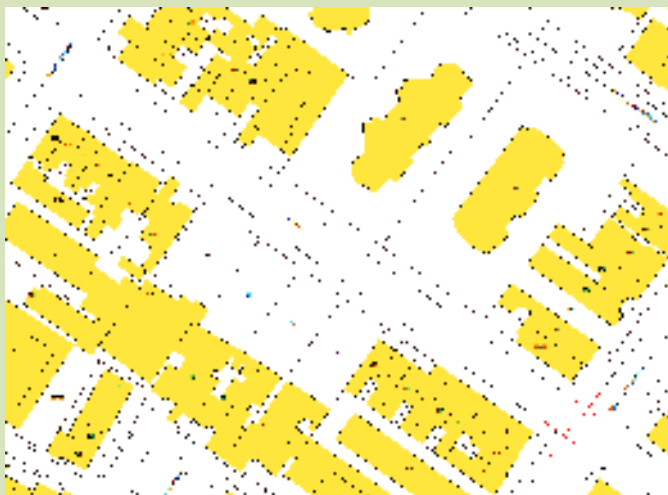
A ESPACIALIZAÇÃO DOS EXEMPLARES ARBÓREOS CADASTRADOS PELOS TÉCNICOS DA SMSP COM O USO DO MÉTODO TRADICIONAL

CODIGO	REFERENCIA	DISTANCIA_ESQUINA_m	DISTANCIA_LOTE_m	NUMERO_LOTE	ESTIVADO	NOME_CIENTIFICO	NOME_POPULAR
46	Rua Helder de Moraes	130,20	2,20	186		<i>Cassalpinia eschscholoides</i>	Sibipiruna
48	Rua Helder de Moraes	179,00	1,00	192		<i>Cassalpinia eschscholoides</i>	Sibipiruna
49	Rua José de Freitas Guimarães	14,00	2,75	233		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
50	Rua José de Freitas Guimarães	9,70	2,00	246		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
51	Rua José de Freitas Guimarães	20,70	3,00	246		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
52	Rua José de Freitas Guimarães	32,20	3,00	246		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
53	Rua José de Freitas Guimarães	43,70	2,00	279		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
54	Rua José de Freitas Guimarães	169,00	2,70	397		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
52	Rua José de Freitas Guimarães	170,70	2,70	798		<i>Molotayr balansae</i>	Alcornoque de Campinas
54	Rua José de Freitas Guimarães	130,50	3,10	405		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
56	Rua Cardoso de Almeida	4,90	3,00	441	a	<i>Albizia lebbek</i>	Albiria
58	Rua Cardoso de Almeida	21,10	3,10	441	a	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata-de-vaca
115	Rua Cardoso de Almeida	143,80		573		<i>Cassalpinia eschscholoides</i>	Sibipiruna
116	Rua Cardoso de Almeida	142,20	2,00	500	a	<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana

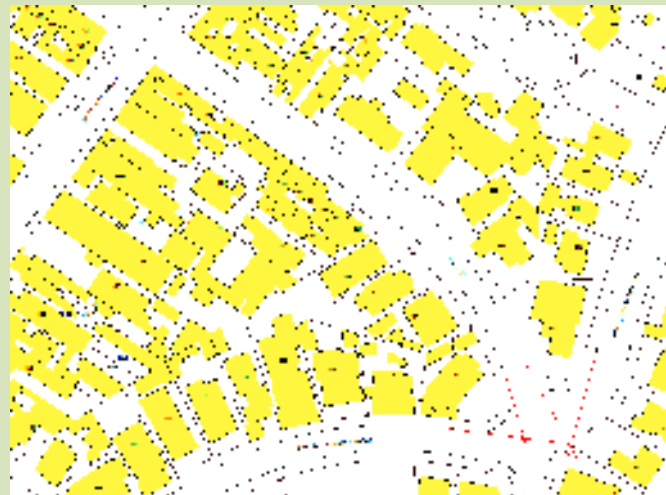
Tais registros foram localizados sobre a base cartográfica digital do MDC, com o uso de técnicas de geoprocessamento e a partir do uso do aplicativo de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) "**Mapinfo Professional 8.5**", gerando-se o respectivo georreferenciamento dos pontos correspondentes ao centro aproximado do tronco de cada exemplar arbóreo, ao nível do solo, a partir dos dados da **planilha de campo da SMSP**, quais sejam:

- Via de referência,
- Distância (em metros) da esquina da via de referência ao centro do tronco da árvore,
- Número do lote/imóvel defronte ao qual está situada a árvore,
- Distância (em metros) do centro do tronco da árvore ao alinhamento do lote/imóvel de referência.

Determinação do ponto de origem para a tomada das distâncias da “esquina”

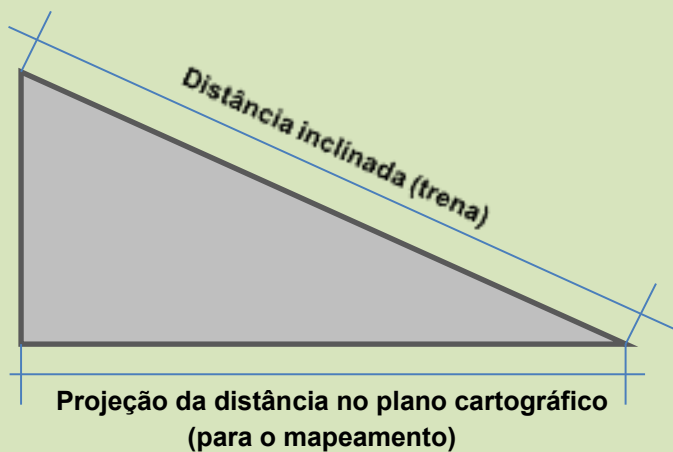


Clara definição (malha ortogonal / plana)



Difícil definição (malha sinuosa / declividade)

Tomada das distâncias com trena



O **tempo médio** para a **localização manual** de cada um dos exemplares arbóreos sobre o MDC, a partir das informações tabulares da SMSP, foi de aproximadamente **cinco minutos**, com o uso do Mapinfo 8.5 operado por técnico com razoável prática no aplicativo e conhecimentos em geoprocessamento.



O RECADASTRAMENTO E A ESPACIALIZAÇÃO DOS EXEMPLARES ARBÓREOS PONTUADOS COM O USO DO SISTEMA MÓVEL DA SPURBANISMO

A partir da planilha de cadastramento efetuado pela SMSP com o uso do método tradicional foram revisitados os 14 registros de exemplares arbóreos da Rua Vanderlei, eleitos a partir dessa listagem, para recadastramento em campo, desta vez com o uso do sistema móvel da SPURBANISMO instalado em um PDA.



Relatório de LEVANTAMENTO em Aberto

Id	Data e hora	Usuário	CIE	Coordenada X	Coordenada Y	Região			
1	10/10/2011 05:40:34	jeanviro	22022438CFO	331350,095530249	733019,78130574	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
2	10/10/2011 05:54:54	jeanviro	22022438CFO	331350,095530249	733019,78130574	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
3	10/10/2011 06:12:09	jeanviro	22022438CFO	331350,422907005	733000,29262250	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
4	10/10/2011 06:29:47	jeanviro	22022438CFO	331350,422907005	733000,29262250	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
5	10/10/2011 06:34:05	jeanviro	22022438CFO	331350,422907005	733000,29262250	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
6	10/10/2011 07:02:12	jeanviro	22022438CFO	331350,422907005	733000,29262250	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
7	10/10/2011 07:07:57	jeanviro	22022438CFO	331350,422907005	733000,29262250	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
8	10/10/2011 07:52:48	jeanviro	22022438CFO	331350,422907005	733000,29262250	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
9	10/09/2011 11:39:15	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
10	10/09/2011 11:52:29	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
11	16/02/2012 12:11:05	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
12	16/02/2012 12:51:22	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
13	16/02/2012 12:41:49	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
14	10/10/2011 12:18:51	jeanviro	22022438CFO	331350,422907005	733000,29262250	20120306_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
15	21/02/2012 16:11:29	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
16	21/02/2012 16:16:03	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
17	21/02/2012 16:21:51	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
18	21/02/2012 16:44:18	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
19	21/02/2012 16:58:48	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
20	21/02/2012 17:19:27	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
21	21/02/2012 17:51:16	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
22	21/02/2012 18:44:43	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗
23	21/02/2012 19:58:13	jeanviro	22022438CFO	329354,165139214	7335409,48407000	20120216_NR_JED.JARDO_01	✓	✗	✗

Uma vez carregado o trecho da base cartográfica com os *zooms* específicos das áreas em questão, o **tempo médio de posicionamento** de cada exemplar arbóreo com o uso do PDA, operado por técnico com conhecimento do sistema e prática no manuseio do equipamento foi de, aproximadamente, **três minutos**.



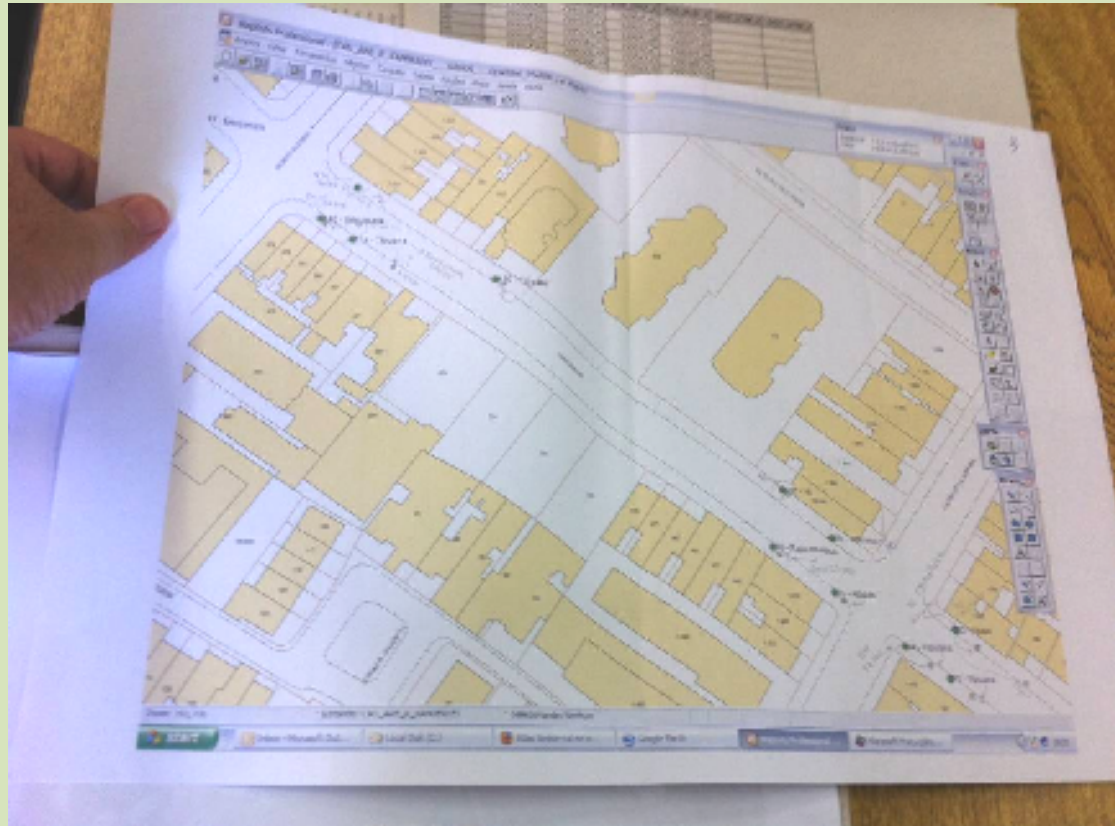
A DETERMINAÇÃO DE UM PARADIGMA PARA A COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

A comparação dos resultados decorrentes de cada método depende, por princípio, de um parâmetro que corresponda ao real posicionamento de cada exemplar arbóreo cadastrado.

Uma vez que **não foi possível realizar ou obter levantamento topográfico cadastral com a representação do posicionamento real dos exemplares arbóreos** da citada via e, considerando a **baixa precisão posicional obtida com o uso de um GPS de navegação**, optou-se pela **obtenção dos pontos de localização geográfica** desses exemplares com o uso de um **método alternativo**.

Para tanto, foram impressos *layouts* de **mapas** - na escala de **1:500** -, dos **trechos em estudo da Rua Vanderlei**, com uma composição dos seguintes **layers** do Mapa Digital da Cidade de São Paulo – **MDC**:

- Logradouros,
- Quadra Viária,
- Quadra Predial,
- Lotes,
- Edificações.



Sobre tais mapas do MDC foram, então, **pontuadas em campo**, as interpretações das localizações geográficas de sete exemplares arbóreos situados ao longo da Rua Vanderlei, nos trechos entre as Ruas José de Freitas Guimarães, Cardoso de Almeida e Monte Alegre.

Os sete **exemplares** mapeados foram os de códigos **91, 92, 94, 95, 98, 115 e 116** constantes da tabela fornecida pela SMSM.

O resultado desse processo é mostrado abaixo:



Tais registros serão **arbitrados** como a **representação da real posição geográfica** dos 7 exemplares arbóreos selecionados e **serão utilizados como parâmetros para efeito da comparação da precisão posicional** relativa a cada método utilizado (cadastramentos tradicional e móvel).

A COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS COM OS MÉTODOS TRADICIONAL E MÓVEL PARA O CADASTRAMENTO DE EXEMPLARES ARBÓREOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



Comparação dos resultados do georreferenciamento dos exemplares arbóreos cadastrados com a aplicação do **método tradicional** (pontos em **verde**), com o uso do **sistema móvel em PDA** (pontos em **azul**) e com aqueles que tiveram seu “**real**” **posicionamento geográfico** (pontos em **vermelho**) arbitrado sobre o MDC.



Detalhe da comparação dos resultados do georreferenciamento dos exemplares arbóreos cadastrados nos trechos da Rua Vanderlei situados próximos à Rua Monte Alegre.

Nota-se **pequeno deslocamento** entre os posicionamentos resultantes para os exemplares arbóreos de códigos **115** e **116** (Tipuanas), para **ambos os métodos** (**tradicional** e **móvel**), comparados ao **real**.



Detalhe da comparação dos resultados do georreferenciamento dos exemplares arbóreos cadastrados nos trechos da Rua Vanderlei situados próximos à Rua Cardoso de Almeida.

Nota-se **grande deslocamento** em relação às suas **localizações** arbitradas como **reais**, especialmente entre os posicionamentos resultantes da aplicação do **método tradicional (trena de roda)**, para os exemplares arbóreos de códigos **92** (Alecrim de Campinas), **91 e 94** (Tipuanas).



Ortofoto datada de 2004 com a sobreposição dos resultados do georreferenciamento dos exemplares arbóreos cadastrados com a aplicação do **método tradicional** (pontos em **amarelo**), com o uso do **sistema móvel** em PDA (pontos em **azul**) e com aqueles que tiveram seu “**real**” posicionamento geográfico (pontos em **vermelho**) arbitrado sobre o MDC. A **projeção das copas** das árvores na ortofoto **prejudica a identificação** de seus respectivos **troncos**.



Imagens longitudinais e transversais da Rua Vanderlei, nas proximidades da esquina com a Rua Cardoso de Almeida, observando-se as **tipuanas** de códigos **91** e **94**, que apresentaram **grande discrepância** no **posicionamento** resultante da aplicação do método tradicional em relação às suas localizações arbitradas como reais, **fruto da extensão, da sinuosidade e da declividade** desse trecho da via.



Análise comparativa dos resultados

ÁRVORE	SMSP_UTM_X	SMSP_UTM_Y	PDA_UTM_X	PDA_UTM_Y	MDC_UTM_X	MDC_UTM_Y
46	329526,04	7395338,27	329526,07	7395336,46		
48	329534,61	7395335,24	329533,69	7395327,32		
49	329519,52	7395379,65	329521,08	7395373,49		
50	329530,14	7395380,57	329532,07	7395378,49		
51	329524,83	7395390,06	329527,32	7395386,75		
52	329520,04	7395400,19	329522,33	7395397,76		
53	329505,83	7395405,91	329504,36	7395407,76		
91	329408,11	7395483,55	329411,24	7395480,57	329414,23	7395479,34
92	329411,00	7395493,60	329416,24	7395489,58	329416,52	7395489,79
94	329398,74	7395489,94	329403,26	7395486,08	329403,47	7395486,93
95	329383,58	7395500,55	329384,16	7395499,46	329385,45	7395499,49
98	329370,36	7395509,75	329372,18	7395507,47	329371,09	7395509,19
115	329270,36	7395580,55	329271,32	7395580,53	329271,77	7395579,64
116	329277,88	7395588,70	329278,94	7395588,16	329277,89	7395588,62

Coordenadas dos exemplares arbóreos resultantes da adoção de cada um dos processos;

tradicional (SMSP), móvel (PDA) e o arbitrado como real (MDC)

Análise comparativa dos resultados

ÁRVORE	SMSP_UTM_X	SMSP_UTM_Y	PDA_UTM_X	PDA_UTM_Y	Δ DIST ESQ	Δ DIST LOTE
46	329526,04	7395338,27	329526,07	7395336,46	1,81	0,30
48	329534,61	7395335,24	329533,69	7395327,32	7,97	0,34
49	329519,52	7395379,65	329521,08	7395373,49	6,37	0,47
50	329530,14	7395380,57	329532,07	7395378,49	2,77	0,53
51	329524,83	7395390,06	329527,32	7395386,75	4,14	0,67
52	329520,04	7395400,19	329522,33	7395397,76	3,27	0,87
53	329505,83	7395405,91	329504,36	7395407,76	2,4	0,23
91	329408,11	7395483,55	329411,24	7395480,57	4,36	0,63
92	329411,00	7395493,60	329416,24	7395489,58	6,6	0,22
94	329398,74	7395489,94	329403,26	7395486,08	5,93	0,58
95	329383,58	7395500,55	329384,16	7395499,46	1,1	0,61
98	329370,36	7395509,75	329372,18	7395507,47	2,84	0,85
115	329270,36	7395580,55	329271,32	7395580,53	0,78	0,54
116	329277,88	7395588,70	329278,94	7395588,16	1,17	0,18

Diferenças entre as coordenadas dos exemplares arbóreos resultantes da adoção dos **processos tradicional (SMSP)** e **móvel (PDA)**, em valores absolutos – módulo – em metros.

Análise comparativa dos resultados

ÁRVORE	MDC_UTM_X	MDC_UTM_Y	SMSP_UTM_X	SMSP_UTM_Y	Δ DIST ESQ	Δ DIST LOTE
46			329526,04	7395338,27		
48			329534,61	7395335,24		
49			329519,52	7395379,65		
50			329530,14	7395380,57		
51			329524,83	7395390,06		
52			329520,04	7395400,19		
53			329505,83	7395405,91		
91	329414,23	7395479,34	329408,11	7395483,55	7,42	0,14
92	329416,52	7395489,79	329411,00	7395493,60	6,72	0,13
94	329403,47	7395486,93	329398,74	7395489,94	5,57	0,37
95	329385,45	7395499,49	329383,58	7395500,55	2,13	0,12
98	329371,09	7395509,19	329370,36	7395509,75	0,92	0,02
115	329271,77	7395579,64	329270,36	7395580,55	1,67	0,06
116	329277,89	7395588,62	329277,88	7395588,70	0,07	0,06

Diferenças entre as coordenadas dos exemplares arbóreos resultantes da adoção do processo **tradicional (SMSP)** em **comparação** com as coordenadas **arbitradas como reais (MDC)**, em valores absolutos – módulo – em metros.

Análise comparativa dos resultados

ÁRVORE	MDC_UTM_X	MDC_UTM_Y	PDA_UTM_X	PDA_UTM_Y	Δ_DIST_ESQ	Δ_DIST_LOTE
46			329526,07	7395336,46		
48			329533,69	7395327,32		
49			329521,08	7395373,49		
50			329532,07	7395378,49		
51			329527,32	7395386,75		
52			329522,33	7395397,76		
53			329504,36	7395407,76		
91	329414,23	7395479,34	329411,24	7395480,57	3,15	0,74
92	329416,52	7395489,79	329416,24	7395489,58	0,14	0,35
94	329403,47	7395486,93	329403,26	7395486,08	0,34	0,83
95	329385,45	7395499,49	329384,16	7395499,46	1,01	0,75
98	329371,09	7395509,19	329372,18	7395507,47	1,88	0,8
115	329271,77	7395579,64	329271,32	7395580,53	0,89	0,48
116	329277,89	7395588,62	329278,94	7395588,16	1,13	0,22

Diferenças entre as coordenadas dos exemplares arbóreos resultantes da adoção do **processo móvel (PDA)** em **comparação** com as coordenadas **arbitradas como reais (MDC)**, em valores absolutos – módulo – em metros.

Análise comparativa dos resultados

ÁRVORE	MDCxSMSP_Δ_DIST_ESQ	MDCxSMSP_Δ_DIST_LOTE	MDCxPDA_Δ_DIST_ESQ	MDCxPDA_Δ_DIST_LOTE
91	7,42	0,14	3,15	0,74
92	6,72	0,13	0,14	0,35
94	5,57	0,37	0,34	0,83
95	2,13	0,12	1,01	0,75
98	0,92	0,02	1,88	0,8
115	1,67	0,06	0,89	0,48
116	0,07	0,06	1,13	0,22

Diferenças lineares entre as posições dos exemplares arbóreos resultantes da adoção dos **processos tradicional (SMSP) e móvel (PDA)**, em **comparação** com os respectivos posicionamentos **arbitrados como reais (MDC)**, em valores absolutos – módulo – em metros.

Destacam-se na cor **alaranjada** os campos dos **resultados mais próximos dos “reais”**, do que observa-se que o **método tradicional** têm **melhores resultados** na informação das **distâncias dos lotes**, enquanto que o **método móvel** apresenta **melhores resultados** nas **distâncias das esquinas**. Considera-se que **tais resultados tenham relação com o reduzido nível de zoom** atualmente possibilitado pelo **sistema móvel em PDA**.

Análise dos resultados

A comparação dos resultados dos processos de mapeamento/espacialização e georreferenciamento dos exemplares arbóreos obtidos a partir dos dados oriundos do uso dos métodos tradicional e móvel, com aqueles arbitrados como paradigma de suas reais localizações, sobre o MDC, revela algumas características de cada um desses procedimentos.

Quanto ao **método tradicional** de localização a partir das distâncias medidas com o uso de trena de roda, observa-se que:

- A **precisão do posicionamento depende intrinsecamente da clara definição do ponto de origem**, referência básica para a tomada das medidas em campo, fato esse que muitas vezes vê-se prejudicado pela avaliação subjetiva de cada técnico, particularmente em regiões cujo tecido urbano não apresenta padrão ortogonal,
- Tende a resultar em **pequenas distorções** onde a **malha urbana** apresenta traçado **ortogonal** em áreas **planas**,
- Tende a resultar em **distorções médias a grandes** onde a **malha urbana** apresenta traçado **sinuoso/orgânico**, distorções essas que se **agravam** nas vias com **declividade acentuada**, pois as distâncias serão expressas em **medidas** tomadas em linha **inclinada**, e não **projetadas** no plano cartográfico.
- Fatores que resultam em dados que **distorcem a espacialização** dos exemplares arbóreos sobre o **MDC**,

Em síntese, como é possível verificar nos resultados obtidos, em especial nos posicionamentos dos exemplares arbóreos de códigos 92 (Alecrim de Campinas), 91 e 94 (Tipuanas):

- Quanto **maior a distância da esquina** de referência/extensão, **maior a probabilidade de distorção**,
- Quanto **maior a sinuosidade da malha urbana**, **maior a probabilidade de distorção**,
- Quanto **maior a declividade da via**, **maior a probabilidade de distorção**.

Todavia, nos casos de **revisita** a um exemplar arbóreo já cadastrado **com o método tradicional** (uso de uma trena de roda), a localização desse com base na **reconstituição em campo** dos dados e medidas constantes do **levantamento original**, **pode apresentar resultados razoáveis**, desde que assumido o **mesmo ponto de origem** das distâncias ("esquina") e que os **dados** do cadastro original sejam **consistentes**.

Análise dos resultados

Quanto ao método de localização em campo com o uso de um **sistema instalado em equipamentos móveis** - PDAs ou similares -, observa-se que:

O cadastramento dos exemplares arbóreos com o uso do sistema utilizado pela SPURBANISMO em **PDAs** revelou-se **bastante prático em campo**.

Deve-se, contudo, observar que o **desempenho do protocolo 3g de telefonia celular**, usado para a transferência dos dados dos servidores web centrais para os PDAs e vice-versa, mostrou-se **lento e instável**.

Todos os layers do MDC selecionados para uso como referências para a localização das árvores **foram carregados, todavia**, na data do levantamento em campo, **não foi possível carregar as ortofotos** bases do MDC para auxílio na interpretação visual das informações.

O **tempo médio** para o cadastramento de cada exemplar foi de, aproximadamente, **3 minutos**.

O **posicionamento** dos exemplares arbóreos cadastrados com o uso do **PDA** sobre a base cartográfica do MDC e sua comparação com a localização arbitrada como real para esses mesmos exemplares revelou:

- um **pequeno deslocamento no sentido longitudinal** ao desenvolvimento da Rua Vanderlei (ou no que seria a "**distância da esquina de referência**", no método tradicional de cadastramento), e

- um **deslocamento considerável no sentido transversal** ao desenvolvimento da Rua Vanderlei (ou no que seria a "**distância do lote**", no método tradicional de cadastramento).

Acredita-se que o **reduzido nível de zoom** possibilitado pelo sistema em **PDA** seja o responsável por esses resultados, em especial pelo deslocamento do exemplar arbóreo em relação ao alinhamento dos lotes de referência.

Em linhas gerais, o **resultado** decorrente do cadastramento dos exemplares arbóreos com o uso do sistema em PDAs mostrou-se **satisfatório**, podendo ser melhorado com alguns **ajustes e aprimoramentos** no sistema (como a possibilidade de um zoom contínuo e de maior aproximação das regiões a serem cadastradas), bem como com a adoção de uma banda de transferência de dados de melhor desempenho e de maior velocidade de comunicação entre os servidores web centrais e o terminal PDA, talvez em breve, com a prevista disponibilidade do novo padrão 4g.

Cabe ressaltar que **ambos os métodos tendem a enfrentar limitações nos casos de cadastramento de exemplares arbóreos situados em áreas nas quais as referências urbanas adotadas para a tomada das medidas/distâncias não estejam próximas e/ou claramente presentes (ex: dentro de jardins, praças, parques, etc)**, o que afeta especificamente os objetivos da SPURBANISMO para o cadastramento das áreas objetos de termos de cooperação.

Conclusão

Não obstante o **reduzido número de exemplares arbóreos utilizados para a comparação** dos resultados de cada método, o presente estudo indica que a adoção de um **sistema móvel instalado em PDAs** - ou em equipamentos similares, como os recentes *tablets* - para o **cadastramento da arborização viária** do MSP apresentou **resultados satisfatórios**.

Pequenos **ajustes e aprimoramentos**, como a **ampliação dos níveis de zoom** da janela dos mapas no PDA, possibilitariam menores distorções no posicionamento dos exemplares cadastrados em campo.

Da mesma forma, **melhorias na comunicação com os servidores** de dados e nas taxas de transferência das informações coletadas via PDAs, ou mesmo através de dispositivos com telas de maior porte - como os atuais *tablets* -, possibilitariam maior produtividade em campo, além de viabilizarem o uso das ortofotos, arquivos esses volumosos, mas que trazem importante subsídio à interpretação visual da verdade terrestre.

Verificamos, porém, **dificuldades** no levantamento arbóreo em logradouros como os **canteiros centrais** do sistema viário e as **praças**, dada a **menor disponibilidade de referências físicas diretas** nessas áreas, ao contrário do levantamento arbóreo em calçadas, nos quais temos como referência, por exemplo, os lotes.

Cabe ainda lembrar que o sistema demanda o desenvolvimento de uma ferramenta adicional para a representação de polígonos, visando atender a necessidade da SPURBANISMO em cadastrar áreas objetos de termos de cooperação com a iniciativa privada, o que permitirá, através da coleta de dados específicos, gerar informações qualitativas para subsídio ao gerenciamento dessas áreas.

Em resumo, conclui-se ser bastante plausível a utilização de geotecnologias móveis em sistemas para o cadastramento de exemplares arbóreos em logradouros públicos e que sua adoção possibilitaria maior agilidade na geração, transmissão, armazenamento, compartilhamento e manutenção/atualização dessas informações, constituindo-se num importante subsídio para a gestão da arborização viária do município de São Paulo.

Agradecimentos

SPURBANISMO: Luís Eduardo Surian Brettas – pela colaboração e pela liberação do uso do sistema em PDA dessa empresa, para os testes de cadastro e mapeamento de exemplares arbóreos em campo,

SMSP – Secretaria Municipal das Subprefeituras: Bruno Henrique Crespo Porto, Cynthia Guimarães Bianchi, Sonia Emi Hanashiro Ortega – pela colaboração e pela cessão do cadastro de exemplares arbóreos da Rua Vanderlei,

GAESI/POLI/USP - Grupo de Automação Elétrica em Sistemas Industriais, Portuários e Segurança Eletrônica do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – pelos ajustes no sistema original da SPURBANISMO, para a realização dos testes de cadastro e mapeamento de exemplares arbóreos em campo.

Referências Bibliográficas

- [1] Dias, Eduardo Mario; Brettas, Luís Eduardo Surian; **“Sistema de Mobilidade SPUrbanismo”**; 2009 [Documento interno].
- [2] Brettas, Luís Eduardo Surian; **“Manual de utilização do Mapa- Sistema de Mobilidade SPUrbanismo”**; 2009 [Documento interno].
- [3] Brettas, Luís Eduardo Surian; **“Manual de Utilização – Sistema de Mobilidade SPUrbanismo”**; 2009 [Documento interno].
- [4] Brettas, Luís Eduardo Surian; **“Sistema de Mobilidade SP-Urbanismo - Tecnologias georreferenciadas aplicadas à melhoria de gestão e redução de custos - Uso da base cartográfica digital do município para visualização e gestão dos elementos urbanos e suas inter relações”**; Apresentação feita no “I Seminário do SIG-SP”; PMSP - Prefeitura do Município de São Paulo / SMS – Secretaria Municipal da Saúde / SMDU – Secretaria Municipal do Desenvolvimento Urbano; São Paulo; São Paulo; Outubro de 2010.
- [5] **“Manual do SISGAU – Sistema de Gerenciamento da Arborização Urbana”**; PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo / SVMA – Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente; 2004 [Documento interno].
- [6] Bianchi, Cynthia Guimarães et al **“Programa Identidade Verde: Cadastramento e Diagnóstico da Arborização Urbana”** in Anais do Congresso I Congresso de Áreas Verdes do Município de São Paulo. São Paulo, 2011.
- [7] **“Manual do Identidade Verde”**; PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo / SMSP – Secretaria Municipal das Subprefeituras; 2011 [Documento interno].
- [8] **Decreto Municipal nº 52.062/2010**;
http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=31122010D%20520620000; acessado em 19/03/2012.
- [9] **“SISGAU – Sistema de Gerenciamento de Árvores Urbanas”** - IPT -
http://www.ipt.br/solucoes/17-sistema_de_gerenciamento_de_arvores_urbanas.htm; acessado em 19/03/2012.
- [10] **“Empresa cria software de georreferenciamento de árvores”** - Geo Árvore -
<http://mundogeo.com/blog/2012/01/24/empresa-cria-software-de-georreferenciamento-de-arvores/>; acessado em 19/03/2012.
- [11] **Google Maps e Google Street View** - <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>; acessados em 19/03/2012.

Grato pela presença e pela atenção !!!