



Avaliação expedita do uso de tecnologias móveis para o cadastro e o mapeamento da arborização viária.

Cristina Tokie Sannomiya Laiza¹,
Flavio Laurenza Fatigati²,
Hélia Maria Santa Bárbara Pereira³,
José Eduardo De Sousa Costa¹,
Marcella Carmona Wahl Rontani Migliacci³

¹ São Paulo Urbanismo – SPURBANISMO

² Secretaria Municipal das Subprefeituras – SMSP_Vila Mariana (Palestrante)

³ Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente - SVMA

Trabalho elaborado em 2012, 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 (abrigos 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 (PMSP / SMDU)

O MDC – Mapa Digital da Cidade de SP



Foto aérea



Restituição cartográfica

O MDC – Mapa Digital da Cidade de SP

The screenshot shows a web browser window displaying the website of the Prefeitura de São Paulo. The address bar shows the URL: http://www3.prefeitura.sp.gov.br/DU0107_MDC/pa. The page header includes the logo of the Prefeitura de São Paulo and the text "Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano". The main content area features a map preview and a login form. The login form has the following elements:

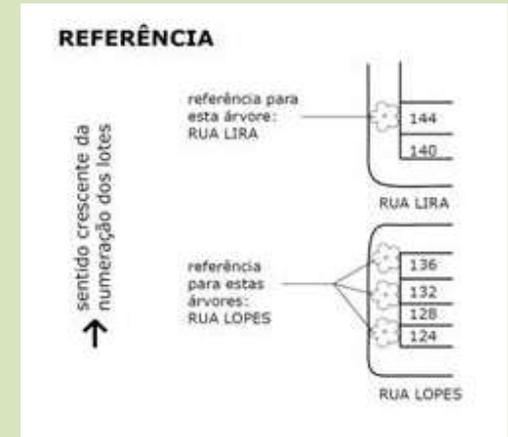
- Usuário:** (Digite seu endereço de e-mail) - Input field
- Senha:** - Input field
- Escutar o Som:** - Button
- Digite o código da imagem:** - Input field (with CAPTCHA image showing "13h9")
- Alterar cadastro** - Button
- Entrar** - Button
- Links:** Não tenho senha, Esqueci a senha

The page also includes a sidebar with text describing the MDC service and a footer with system information (PT, 13:47, 21/08/2013).

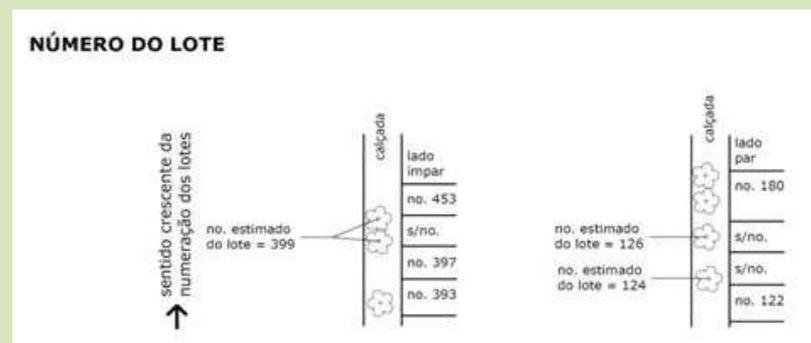
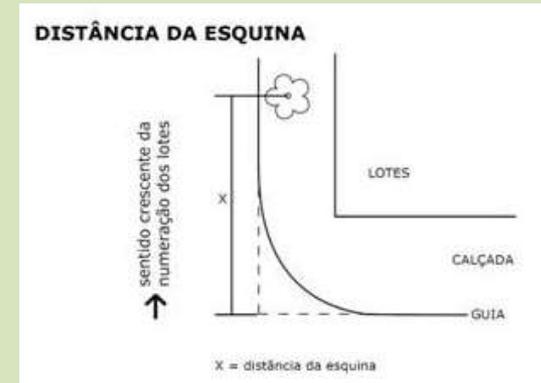
Cartografia disponível para download (via Internet Explorer) através do link:
http://www3.prefeitura.sp.gov.br/DU0107_MDC/paginaspublicas/index.aspx

Método tradicional de cadastro e posicionamento de exemplares da arborização viária

SISGAU (SVMA) e
Identidade Verde (SMSP)



	A	B	C	D	E	F	G
	REFERÊNCIA	DISTÂNCIA DA ESQUINA (m)	DISTÂNCIA DO LOTE (m)	NÚMERO DO LOTE	ESTIMADO (m)	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
1							
30	Rua Heitor de Moraes	142,30	1,70	136		Caesia fistula	Cassia fistula
31	Rua Heitor de Moraes	156,80	1,30	145		Tipuana tipu	Tipuana
32	Rua Heitor de Moraes	183,10	1,95	185		Caesalpinia peltophoroides	Sibipiruna
33	Rua Heitor de Moraes	190,20	2,20	185		Caesalpinia peltophoroides	Sibipiruna
34	Rua José de Freitas Guimarães	14,00	2,75	233		Tipuana tipu	Tipuana
35	Rua José de Freitas Guimarães	43,70	2,80	279		Tipuana tipu	Tipuana
36	Rua José de Freitas Guimarães	51,30	2,90	279		Tipuana tipu	Tipuana
37	Rua José de Freitas Guimarães	63,50	2,70	297		Tabebuia chrysostricha	Ipe amarelo
38	Rua José de Freitas Guimarães	73,50	2,65	297		Tipuana tipu	Tipuana
39	Rua José de Freitas Guimarães	79,60	3,20	301		Codiaeum variegatum	Crótão
40	Rua José de Freitas Guimarães	86,90	2,70	301		Tipuana tipu	Tipuana
41	Rua José de Freitas Guimarães	99,90	2,70	329		Tipuana tipu	Tipuana
42	Rua José de Freitas Guimarães	146,50	2,65	371		Ficus benjamina	Benjamins
43	Rua José de Freitas Guimarães	154,70	2,70	389		Tabebuia pentaphylla	Ipe de El Salvador
44	Rua José de Freitas Guimarães	169,00	2,70	397		Tipuana tipu	Tipuana
45	Rua José de Freitas Guimarães	180,60	3,10	405		Tipuana tipu	Tipuana
46	Rua Cardoso de Almeida	4,90	3,05	441	e	Albizia lebbekii	Albizia
47	Rua Cardoso de Almeida	12,60	3,00	441	e	Ficus benjamina	Benjamins
48	Rua Cardoso de Almeida	15,60	3,00	441	e	Hibiscus rose sinensis	Hibisco
49	Rua Cardoso de Almeida	21,10	3,10	441	e	Bauhinia variegata	Pata-de-vaca
50	Rua Cardoso de Almeida	27,50	3,05	457		Magnolia grandiflora	Magnólia branca
51	Rua Cardoso de Almeida	48,50	3,05	479		Lagerstroemia indica	Reseda
52	Rua Cardoso de Almeida	56,60	3,00	487		Eugenia uniflora	Pitanga
53	Rua Cardoso de Almeida	66,00	2,90	487		Tipuana tipu	Tipuana
54	Rua Cardoso de Almeida	76,50	2,90	499		Tipuana tipu	Tipuana
55	Rua Cardoso de Almeida	88,80	2,90	513		Caesalpinia peltophoroides	Sibipiruna
56	Rua Cardoso de Almeida	102,70	2,80	527		Caesalpinia peltophoroides	Sibipiruna
57	Rua Cardoso de Almeida	113,80	2,50	537		Polyscias guilfoylei	Árvore da felicidade macho
58	Rua Cardoso de Almeida	125,00	2,40	547		Tipuana tipu	Tipuana
59	Rua Cardoso de Almeida	135,30	2,80	563		Tipuana tipu	Tipuana
60	Rua Cardoso de Almeida	143,80	-	573		Caesalpinia peltophoroides	Sibipiruna
61	Rua Monte Alegre	12,20	2,75	601		Ficus benjamina	Benjamins
62	Rua Monte Alegre	28,00	2,60	631		Delonix regia	Flamboyant
63	Rua Monte Alegre	42,60	2,50	631		Delonix regia	Flamboyant



O fluxo do cadastramento arbóreo tradicional

SISGAU - Sistema de Gerenciamento das Árvores Urbanas

RESPONSÁVEL E ENDEREÇO		*NÚMERO DA ÁRVORE (SISGAU)		Nº SEQUENCIAL	
Responsável _____		Data _____			
Logradouro _____		Número do lote _____		() estimado	
Bairro _____		Distrito _____		Subprefeitura _____	
GEORREFERENCIAMENTO					
Distância da esquina (m) _____ Distância do alinhamento do lote (m) _____					
REFERÊNCIA _____					
CONDIÇÃO DE ENTORNO					
Tipo de edificação (A) cemitério/estacionamento (B) comercial (C) em construção (D) industrial (E) institucional (F) praça/parque/área verde (G) residencial (H) sem construção recuo () sim () não					
Localização (A) alça de acesso (B) canteiro central (C) canteiro lateral (D) ilha (E) passeio público					
Sem alinhamento e/ou guia alinhamento definido () SIM () NÃO Existência de guia () SIM () NÃO					
Localização no passeio (A) centralizada (B) junto ao alinhamento do lote (C) junto ao meio fio					
Largura do passeio (m) _____ Levantamento do pavimento () sim () não					
Tipo de calçada verde (A) faixa dupla (B) faixa simples central (C) faixa simples junto ao alinhamento do lote (D) faixa simples (E) inexistente (F) junta gramada					
Tipo de pavimento (A) sem pavimento (B) bloco autotravante (C) cerâmico (D) cimentado (E) ladrilho hidráulico (F) mosaico português (G) pedra (H) tijolo					
CANTEIRO					
Tipo de canteiro () em nível sem borda () em nível com borda () elevado altura _____ PAP (m) _____ DAP (m) _____					
Vegetação interferente: () nome popular _____ nome científico _____					
Protetor/ Tutor (A) necessidade de remoção (B) necessidade de substituição (C) sem necessidade (D) necessidade de de substituição (E) sem tutoramento (F) necessidade de instalação					
Diâmetro (m) _____		Comprimento (m) _____		Largura (m) _____	
PERMEABILIDADE Área permeável () sim () não					
Diâmetro (m) _____		Comprimento (m) _____		Largura (m) _____	
ESPECIFICAÇÃO Árvore morta () sim () não Não identificada () sim () não Exsicata () sim () não					
Nome popular _____ Gênero _____ Espécie _____					
Origem (A) ambiental (B) compensação (C) indeterminada (D) outros (E) órgãos PMSP (F) permissionária (G) subprefeitura (H) SVMA					
DISTÂNCIA DOS ELEMENTOS DE REFERÊNCIA (Ficha anexa)					
CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS (metros)					
PAP _____ PC _____ Alt 1ª bifurcação _____ Alt árvore _____ Diâmetro copa _____					
Inclinação (A) em direção ao imóvel (B) em direção ao leito carroçável (C) em direção ao passeio público (D) sem/pequena inclinação Ângulo _____					
AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR					
Interferências (pode haver mais de um lançamento)					
(A) sem interferência (B) barreira física do canteiro (C) caixa de inspeção (D) edifícios (E) muro (F) poste (G) rede de água (H) rede de água domiciliar (I) rede de energia elétrica domiciliar (J) rede de energia elétrica primária (K) rede de energia elétrica secundária (L) rede de esgoto (M) rede de gás (N) rede de gás domiciliar (O) rede de telecomunicações (P) TV a cabo (Q) TV a cabo					
Diagnóstico (pode haver mais de um lançamento)					
(A) sem dano aparente (B) injúria mecânica (C) oco 1- _____ % (D) broto ladrão (E) sistema radicular exposto não característico da espécie (F) raiz cortada (G) raiz dobrada / enovelada					
Sanidade (pode haver mais de um lançamento) () Saudia () Com deterioração					
Fungo () podridão branca () ataque () superficial () corpo de frutificação () sim () coleta () sim () podridão paria () moderado () não () não () indeterminada () intenso					
Cupim () subterrâneo () resíduo () vestígio do túnel () ataque () leve () atividade () leve () madeira seca () dispersão no solo () estrutura do ninho () intenso () moderada () sim () de solo () túnel () intensa () não					
Broca () Formiga ()		Outros macroorganismos ()		Outros organismos fitopatogênicos ()	
AVALIAÇÃO DO COLO () Prospecção (ficha anexa)					
Diagnóstico (pode haver mais de um lançamento)					
(A) sem dano aparente (B) injúria mecânica () anelamento (C) broto ladrão (D) dendrocirurgia (E) colo soletrado altura (m) _____ (F) oco 1- _____ % 2- _____ %					
Sanidade (pode haver mais de um lançamento) () Saudia () Com deterioração					
Fungo () podridão branca () ataque () superficial () corpo de frutificação () sim () coleta () sim () podridão paria () moderado () não () não () indeterminada () intenso					
Cupim () subterrâneo () resíduo () vestígio do túnel () ataque () leve () atividade () leve () madeira seca () dispersão no solo () estrutura do ninho () intenso () moderada () sim () de solo () túnel () intensa () não					
Broca () Formiga ()		Outros macroorganismos ()		Outros organismos fitopatogênicos ()	
AVALIAÇÃO DO TRONCO () Prospecção (ficha anexa)					
Interferências (pode haver mais de um lançamento)					
(A) sem interferência (B) abrigo/ ponto de ônibus (C) edificações (D) iluminação pública (E) muro (F) poste (G) rede de energia elétrica domiciliar (H) rede de energia elétrica primária (I) rede de energia elétrica secundária (J) semáforo (K) sinalização de trânsito (L) telecomunicações (M) transformador (N) TV a cabo					



Digitação dos dados



BD Alfanumérico (não especializado)



Banco de dados (PRODAM)

Ficha de cadastramento preenchida em campo

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

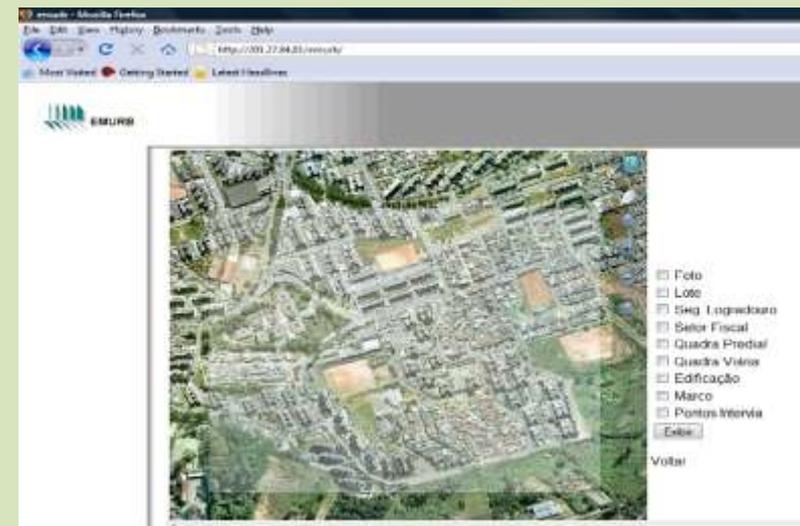
Elaborado pelo GAESI / POLI / USP, tendo o MDC como base espacial.



Menu Principal > Seleção e Serviço > Relatório de LEVANTAMENTO em Aberto

Relatório de LEVANTAMENTO em Aberto

	Data e hora	Usuário	CIE	Coordenada X	Coordenada Y	Região			
1	10/10/2011 05:40:34	jeduardo	229024088PO	331387.966519322	7393013.27573625	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
2	10/10/2011 05:54:54	jeduardo	229024289PO	331380.956559249	7393019.78136614	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
3	10/10/2011 06:13:39	jeduardo	229024792PO	331366.936639102	7393032.29219284	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
4	10/10/2011 06:29:47	jeduardo	229024993PO	331359.425967595	7393039.2982558	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
5	10/10/2011 06:44:05	jeduardo	230024397PO	331345.406047449	7393049.80735623	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
6	10/10/2011 07:02:13	jeduardo	230024496PO	331342.90249028	7393053.81081478	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
7	10/10/2011 07:41:57	jeduardo	230024598PO	331337.895375942	7393056.81341319	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
8	10/10/2011 07:57:45	jeduardo	230025900PO	331327.881147268	7393067.32250762	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
9	16/02/2012 11:32:13	jeduardo	282039475PO	329384.158193814	7395496.46400996	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
10	16/02/2012 11:52:59	jeduardo	282039589PO	329372.175775618	7395507.47054004	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
11	16/02/2012 12:11:08	jeduardo	283041203PO	329271.32375589	7395580.53012713	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
12	16/02/2012 12:24:47	jeduardo	283040397PO	329278.937584335	7395588.16135688	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
13	16/02/2012 12:41:49	jeduardo	282039442PO	329410.23012632	7395409.58094609	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
14	16/02/2012 12:56:54	jeduardo	282039354PO	329403.25517326	7395406.07609216	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📄
15	21/02/2012 14:01:29	jeduardo	282039245PO	329411.243452068	7395480.57360274	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄
16	21/02/2012 14:15:50	jeduardo	281038538PO	329504.358626903	7395407.76421971	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄
17	21/02/2012 14:31:58	jeduardo	281038410PO	329522.330454218	7395397.75605709	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄
18	21/02/2012 14:44:18	jeduardo	281038212PO	329527.323128472	7395396.74707821	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄
19	21/02/2012 14:59:46	jeduardo	281038106PO	329532.066169013	7395378.49034405	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄
20	21/02/2012 15:15:27	jeduardo	281038106PO	329531.317267875	7395377.73973186	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄
21	21/02/2012 15:31:16	jeduardo	281038016PO	329521.082285654	7395373.48628275	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄
22	21/02/2012 15:44:48	jeduardo	280038504PO	329526.074959908	7395336.45606107	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄
23	21/02/2012 15:59:43	jeduardo	280037495PO	329533.688787702	7395327.32361298	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📄



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

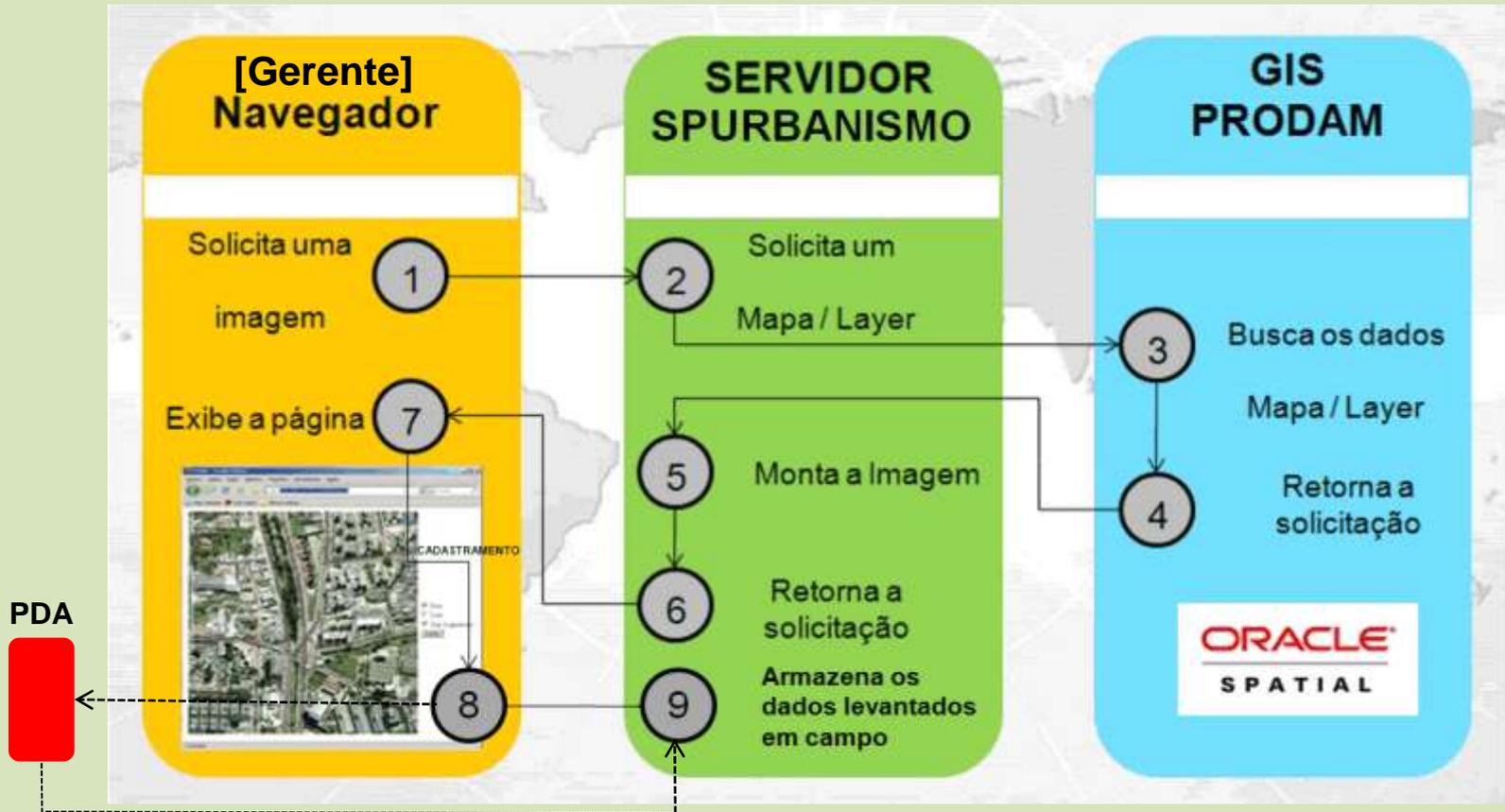
Instalado em **PDA**s (*Personal Digital Assistant*), trata-se de um sistema estruturado a partir do uso de linguagens de programação específicas (**Web 2.0 – Ajax, XML – GML, Java Micro Edition, SuperWaba**, etc), bancos de dados relacionais e bibliotecas **SIG/GIS**, que permite o cadastro e o mapeamento 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



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	ESTIMADO	NOME_CIENTIFICO	NOME_POPULAR
46	Rua Heitor de Moraes	190,20	2,20	185		<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna
48	Rua Heitor de Moraes	179,80	1,65	192		<i>Caesalpinia peltophoroides</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	2,80	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	2,80	279		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
91	Rua José de Freitas Guimarães	169,00	2,70	397		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
92	Rua José de Freitas Guimarães	178,30	2,30	398		<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim de Campinas
94	Rua José de Freitas Guimarães	180,60	3,10	405		<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
95	Rua Cardoso de Almeida	4,90	3,05	441	e	<i>Albizia lebbek</i>	Albizia
98	Rua Cardoso de Almeida	21,10	3,10	441	e	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata-de-vaca
115	Rua Cardoso de Almeida	143,80	-	573		<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna
116	Rua Cardoso de Almeida	142,20	2,80	580	e	<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”

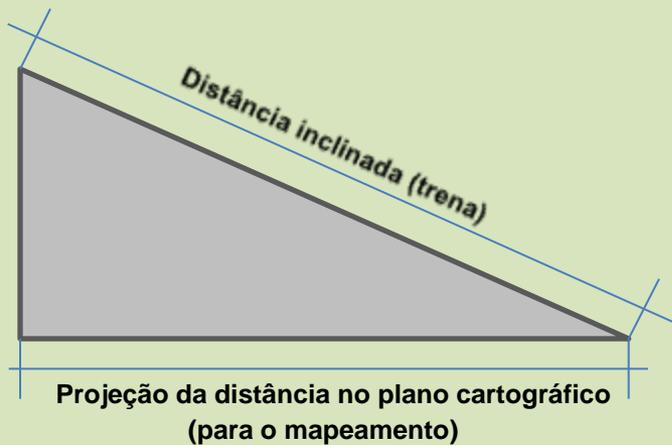


Clara definição (malha ortogonal / plana)



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 ESPECIALIZAÇÃO 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.



Menu Principal > Seleção do Serviço: > Relatório de LEVANTAMENTO em Aberto

Relatório de LEVANTAMENTO em Aberto

	Data e hora	Usuário	CIE	Coordenada X	Coordenada Y	Região			
1	10/10/2011 05:40:34	jeduardo	229024088PO	331387.966519322	7393013.27573625	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
2	10/10/2011 05:54:54	jeduardo	229024289PO	331380.956559249	7393019.78136614	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
3	10/10/2011 06:13:39	jeduardo	229024792PO	331366.936639102	7393032.29219284	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
4	10/10/2011 06:29:47	jeduardo	229024993PO	331359.425967595	7393039.29625558	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
5	10/10/2011 06:44:05	jeduardo	230024397PO	331345.406047449	7393049.80735023	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
6	10/10/2011 07:02:13	jeduardo	230024496PO	331342.90249028	7393053.81081478	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
7	10/10/2011 07:41:57	jeduardo	230024598PO	331337.895375942	7393056.81341319	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
8	10/10/2011 07:57:45	jeduardo	230025900PO	331327.881147296	7393067.32250782	20120309_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
9	16/02/2012 11:32:13	jeduardo	282039475PO	329384.158193814	7395499.48400996	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
10	16/02/2012 11:52:59	jeduardo	282039589PO	329372.175775616	7395507.47054004	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
11	16/02/2012 12:11:08	jeduardo	283041203PO	329271.32375569	7395580.53012713	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
12	16/02/2012 12:24:47	jeduardo	283040397PO	329278.937584335	7395588.16135086	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
13	16/02/2012 12:41:49	jeduardo	282039442PO	329416.23612632	7395489.58094909	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
14	16/02/2012 12:56:54	jeduardo	282039354PO	329403.25517326	7395486.07809218	20120215_AR_JEDUARDO_01	✓	✗	📍
15	21/02/2012 14:01:29	jeduardo	282039245PO	329411.243452066	7395480.57360274	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍
16	21/02/2012 14:15:50	jeduardo	281038539PO	329504.356826903	7395407.76421971	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍
17	21/02/2012 14:31:58	jeduardo	281038419PO	329522.330454218	7395397.75605709	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍
18	21/02/2012 14:44:18	jeduardo	281038212PO	329527.323128472	7395386.74707821	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍
19	21/02/2012 14:59:46	jeduardo	281038106PO	329532.068169013	7395378.49034405	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍
20	21/02/2012 15:15:27	jeduardo	281038106PO	329531.317267875	7395377.73973186	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍
21	21/02/2012 15:31:16	jeduardo	281038016PO	329521.082285654	7395373.48626275	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍
22	21/02/2012 15:44:48	jeduardo	280038504PO	329526.074959908	7395336.45608107	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍
23	21/02/2012 15:59:43	jeduardo	280037495PO	329533.688787702	7395327.32361298	20120216_AR_JEDUARDO_02	✓	✗	📍

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 SMSP.

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 (Alecim 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.

Conclusões:

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.

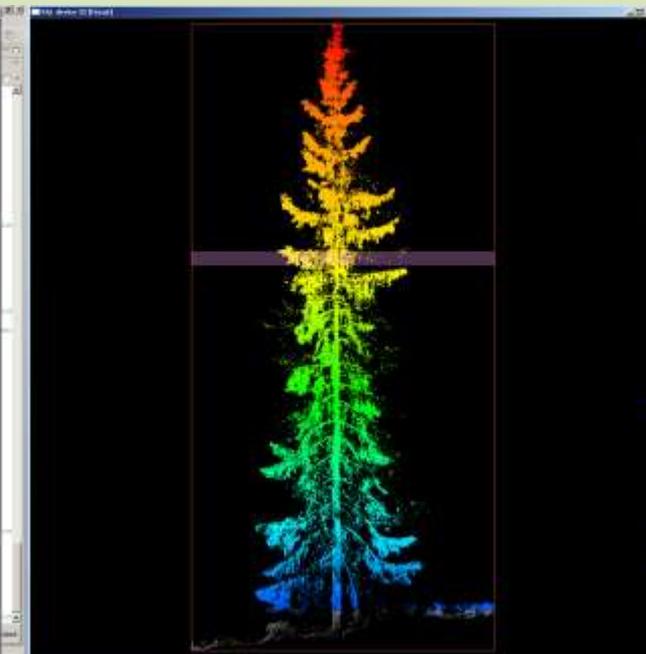
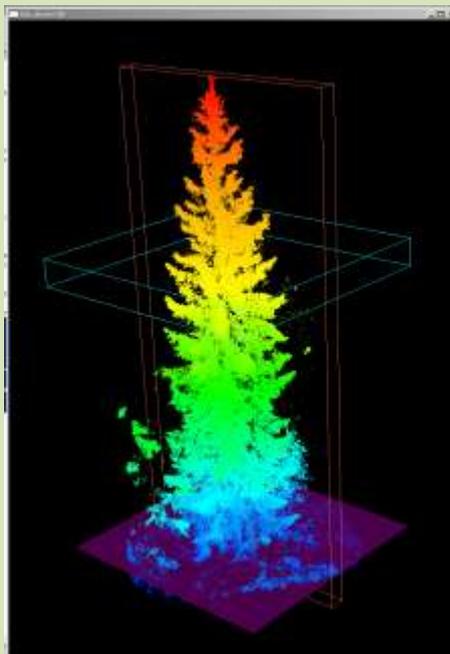
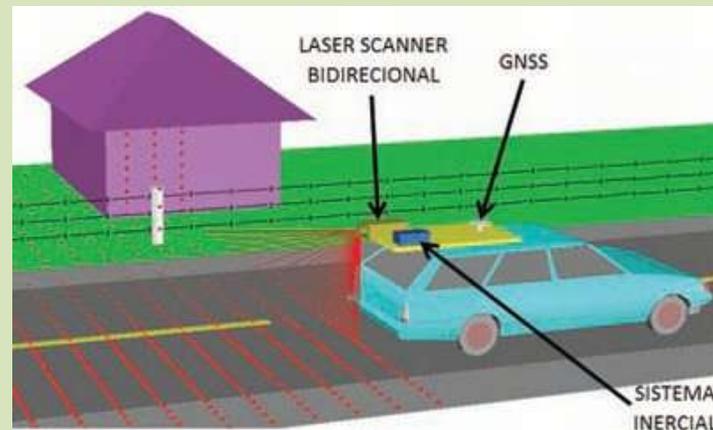
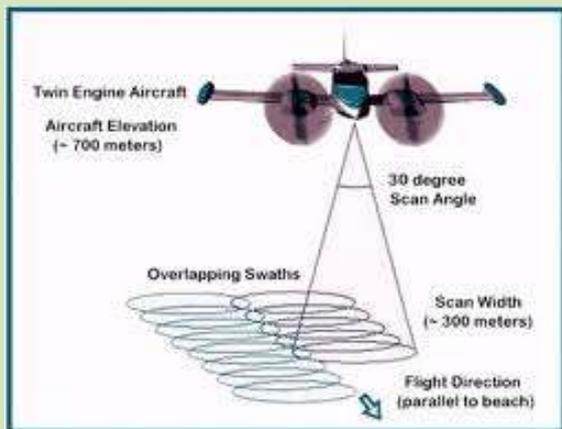
Verificamos, porém, **dificuldades** no levantamento arbóreo em logradouros como os **canteiros centrais** do sistema viário e as **praças**, dada a **menor disponibilidade de referências físicas diretas** nessas áreas, ao contrário do levantamento arbóreo em calçadas, nos quais temos como referência,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

Uso de outras e/ou novas tecnologias:

Ex: Laser Scanning



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=w/>; acessados em 19/03/2012.

Grato pela presença e pela atenção !!!