

# Metodologia para o Levantamento de Pontos com o GARMIN 76S frente à Rede Geodésica Leopoldense

Alessandro Carlos Braun Soares <sup>1</sup>

Adriane Brill Thum <sup>2</sup>

Maurício Roberto Veronez <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Secretaria Municipal do Meio Ambiente de São Leopoldo

93110-010 São Leopoldo RS

[alessandrocb@ yahoo.com.br](mailto:alessandrocb@ yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

93022-000 São Leopoldo RS

[adrianebt@ unisinos.br](mailto:adrianebt@ unisinos.br)

**Resumo:** A ligação das coordenadas georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro é importante nas questões ambientais, sociais, econômicas e no planejamento urbano. O objetivo deste trabalho é identificar um método célere, mas confiável o bastante para garantir uma boa tomada de coordenadas com o uso do receptor GPS de navegação GARMIN 76S. Este equipamento é especificamente citado por ser o modelo de equipamento utilizado na Secretaria Municipal do Meio Ambiente de São Leopoldo. Apesar da coleta de informações pelo corpo técnico desta secretaria se dar, como regra, de forma absoluta, a existência do sistema de informação geográfica em São Leopoldo permite traçar um comparativo entre os dados coletados e a referência conhecida existente. Contudo, não existe um padrão, nesta secretaria, para a coleta de informações com o uso deste equipamento. Os resultados obtidos permitem sugerir um tempo mais adequado de coleta, a considerar o posicionamento simples do citado equipamento. Portanto, o motivo do presente estudo é propor um tempo ótimo de tomada de informações, que garantam o melhor resultado possível para os dados observados.

**Palavras-chave:** Garmin 76S – rede geodésica – celeridade - interferência

**Abstract:** The connection of georeferenced coordinates to the Brazilian Geodetic System is important to the environmental, social, economic and urban planning. The objective of this study is to identify a faster method, but reliable enough to ensure a good decision-coordinated with the use of Garmin 76S GPS navigation device. This equipment is specifically cited for being the type of equipment used in the municipal environment agency of São Leopoldo. Despite the collection of information by the staff of this office be given, as a rule, by an absolute way, the existence of geographic information system in São Leopoldo allow a comparison between the data collected and the existing known reference. However, there isn't a pattern in this office, to collect information using this equipment. The results may suggest a more appropriate time of collection, consider the simple positioning of that equipment. So the present study propose a time optimal decision-making, to ensure the best possible outcome for the observed data.

**Keywords:** Garmin 76S – geodetic web – swiftness - interference

## 1. Introdução

O homem sempre buscou se localizar e conhecer rotas. Em especial, durante as grandes navegações, este desejo encontrou a melhor tecnologia disponível na época, com o desenvolvimento de métodos de localização, de formas que permitiam ir e voltar de suas viagens.

Séculos mais tarde, o avanço da eletrônica permitiu a dispensa do sol e das estrelas como guias aos navegantes. Foi a popularização do GPS, sigla em inglês, cuja tradução é sistema de posicionamento global, que permitiu esta evolução.

Esta tecnologia, que é o principal foco deste trabalho, consiste, segundo Dockhorn (2006), na medida simultânea das distâncias entre a antena de um receptor e quatro satélites da constelação, no mínimo.

Conforme Pereira (2008), três satélites seriam suficientes para efetuar o cálculo geométrico das coordenadas de um ponto, porém o quarto é necessário para ajustar o relógio do receptor frente ao tempo do satélite GPS.

De posse desta premissa, construiu-se a proposta do uso de um método breve, mas confiável, de coleta de dados para os usuários da tecnologia GNSS/GPS na Secretaria Municipal do Meio Ambiente de São Leopoldo – SEMMAM, através da sugestão de um tempo ótimo de medição de informações.

Neste contexto, este tempo ótimo, além de fornecer uma informação confiável, evitaria o desperdício de tempo do técnico usuário do equipamento. Ainda assim, independentemente, conforme Farret (2006), este poderia realizar uma sessão de coleta de dados mais longa, conforme fosse sua necessidade.

Na essência, para realizar o trabalho, medições absolutas (apenas um receptor isolado) foram transformadas em relativas, usando como parâmetro um ponto de coordenada conhecida.

### 1.1. Contexto teórico

Conforme Pereira (2008), a representação do espaço sempre esteve presente na vida do homem, assim como o desenvolvimento de tecnologias para este fim.

Entre estas, encontra-se o sistema de posicionamento global – GPS, o qual é um sistema de rádio que foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa norteamericano, baseado em uma rede de satélites que permitem a obtenção do posicionamento tridimensional (Pereira, 2008).

Para Pessoa (1995), o sinal GPS é definido como um conjunto de informações moduladas sobre uma onda que se propaga em frequência predefinida captável pelo receptor GPS. Entre as diversas informações estão os códigos (C/A e P) e as mensagens de navegação. Portanto, qualquer receptor GPS, sincronizado a este sinal, em uma das duas frequências portadoras (L1 ou L1/L2), capta estas informações.

Ainda segundo Pereira (2008), o sistema pode ser dividido em três grupos, a saber:

- a) o espacial, composto pelo conjunto de satélites que disponibilizam o sinal de localização;
- b) o de controle, constituído por estações de monitoração distribuídas sobre o globo terrestre; e
- c) o de usuário, que compreende os receptores de sinais de satélite do sistema GPS.

Segundo Roque (2006), os códigos que podem ser transmitidos pelos satélites são quatro: Código P, Código Y, Código C/A e Códigos Não Padrão.

O código P tem seu nome derivado de preciso, e está disponível apenas para usuários militares autorizados, sendo modulado sobre a portadora L2.

O Código Y é utilizado em substituição do código P quando o AS (anti-spoofing – antissabotagem) é ativado.

É gerado pela multiplicação do código P por um código secreto, denominado w (Roque, 2006).

O Código C/A, ou código de fácil acesso, é modulado sobre a portadora L1. É disponível para todos os usuários e é a ferramenta deste estudo.

Os códigos não Padrão são os códigos NCS e NSY, que são usados para proteger o usuário do mau funcionamento do sistema de frequência do satélite (Roque, 2006).

Ainda segundo Roque (2006), os receptores, quanto ao tipo de dados recebidos, podem ser classificados em:

- a) Receptores de Código C/A – mais comumente chamados de receptores de navegação, os quais possuem precisão de posicionamento da ordem de 18 m;

- b) Receptores L1 – utilizados em georreferenciamento para determinação das coordenadas dos vértices das propriedades e, através de técnicas específicas, transporte de coordenadas; Possui precisão absoluta da ordem de 18 m, e, quando utilizado em método relativo, sua precisão pode chegar à ordem do centímetro;
- c) Receptores L1 e Código C/A – mesma aplicação que os equipamentos anteriores;
- d) Receptores L1 e L2 – São mais precisos, por utilizarem o sinal das duas portadoras, e, conforme o tempo de rastreio, podem chegar a precisões da ordem do milímetro. Utilizados em georreferenciamento, principalmente para transporte de coordenadas;
- e) Receptores L1 e L2 mais o código C/A;
- f) Receptores L1 e L2 mais os códigos C/A e P – utilizados por usuários autorizados, possibilitam a determinação absoluta de coordenadas precisas.

No georreferenciamento, devido aos componentes custo e precisão, os receptores mais utilizados são o L1 e o L1/L2. Com o receptor L2 se determinam as coordenadas do ponto de base da propriedade, e, com o L1, se faz o rastreio dos vértices da área, pelo método relativo, com relação às coordenadas da base.

Sobre as portadoras são modulados dois códigos: um preciso, o P, e outro de livre acesso, o C/A. O código modula as portadoras L1 e L2 e o C/A modula apenas a L1. Ambos têm características de ruídos pseudoaleatórios, ditos PRN, do inglês *pseudo random noise* (Pereira, 2008).

Segundo Sousa (2005), no processamento do sinal dependente do código (correlação de código), o conhecimento dos códigos envolvidos é fundamental. Uma réplica do código PRN, gerado no receptor com o mesmo algoritmo utilizado no satélite, modula uma portadora de referência para ser correlacionada com o sinal recebido do satélite.

Ainda conforme Sousa (2005), esta correlação é realizada por dispositivos denominados correladores (*correlators*). O espaçamento entre estes correladores, definido como o intervalo de tempo, em unidades de chips<sup>1</sup>, dos sinais gerados para correlação, é um parâmetro de extrema importância na determinação do grau de precisão das medidas geradas pelo receptor. Quanto menor o espaçamento entre os correladores, melhor a acurácia (exatidão) resultante.

Entretanto, o espaçamento não pode ser reduzido arbitrariamente. O deslocamento de tempo necessário para alinhar os códigos está relacionado ao tempo de propagação do sinal entre o satélite e o centro de fase da antena do receptor. Este parâmetro ( $Dt$ ) é usado para o cálculo da pseudodistância (Sousa, 2005).

Dito de outra forma, os aparelhos que captam o código C/A possuem relógios internos, usados como se fosse uma réplica do código transmitido pelo satélite. Este código fornece a distância a partir de medida do tempo necessário para correlacionar a sequência do código que entra no receptor, com a sequência do código gerado dentro do mesmo. Este tempo, multiplicado pela velocidade de propagação da onda eletromagnética (velocidade da luz no vácuo), tem, como resultado, a distância percorrida pelo sinal (Pereira, 2008).

Ainda segundo Pereira (2008), o código C/A, ou SPS – *Standard Positioning Service*, possui uma frequência de 1,023 MHz e se repete a cada 1 ms, com um comprimento de onda de 300 m. Por conta desta repetição, é gerada uma ambiguidade de múltiplos inteiros de 300 km a cada segundo.

Conforme Silva (2002), é este código que todos os receptores de pequeno porte, ditos “receptores de navegação”, utilizam para o posicionamento de modo autônomo. E este é o caso do GARMIN 76S.

## 2. Erros

Segundo Souza (2005), o sistema GPS, embora seja extremamente complexo e bem elaborado, tem sido exposto a diversos tipos de interferências que podem causar alterações na precisão do serviço, ou simplesmente, impossibilitar a utilização do mesmo.

Conforme Dockhorn (2006), os principais erros que afetam a operação do GPS se relacionam com a qualidade dita observável utilizada (pseudodistância) e a exatidão dos parâmetros transmitidos nas mensagens de navegação.

<sup>1</sup> O termo *chip* é utilizado em lugar de *bit* para indicar que os códigos PRN não contém dados.

De acordo com Silva (2002), para um melhor resultado, deve-se observar sempre uma boa qualidade da constelação de satélites (número, geometria, intensidade de sinal).

Além disso, ainda segundo Silva (2002), a coleta de um maior número de amostras (coordenadas por ponto) para a obtenção de uma média mais próxima do valor real.

Segundo Dockhorn (2006), as principais fontes de erros sistemáticos que afetam o posicionamento com GPS se relacionam aos satélites (órbita, relógio, relatividade), à propagação do sinal (refração troposférica e ionosférica, interrupção de sinal, multicaminhamento), ao receptor/antena (relógio, canais, centro de fase desta), entre outros.

Neste contexto, ainda conforme Silva (2002), a limitação do emprego do GPS é função de uma série de interferências e desvios, aleatórios ou sistemáticos, capazes de afetar sua precisão e acurácia (entendida como exatidão). Silva propõe, na tabela 1, abaixo, o seguinte agrupamento de erros, de acordo com sua fonte.

**Tabela 1** : fonte de erro no GPS, agrupados por origem

Fonte do erro	erros
Satélite	- erro de órbita; - erro do relógio; - atraso entre as portadoras.
propagação do sinal	- Refração troposférica; - refração ionosférica; - perda de ciclos; - multicaminhamento ou sinais refletidos.
receptor e antena	- erro do relógio; - erro entre canais; - centro de fase da antena.
estação	- erro nas coordenadas; - multicaminhamento; - marés terrestres; - Movimento dos pólos; - pressão atmosférica.
operador	- ajuste e configuração do equipamento; - estacionamento do equipamento; - planejamento das missões; Processamento e análise dos dados coletados.

Um dos principais fatores de erro, notadamente em áreas urbanas, é o multicaminhamento. Segundo Schaal (2007), esta fonte de erro é originada por obstáculos que reflitam microondas, especialmente superfícies que contenham água e minerais, o que distorce a frente de onda até a antena.

Ainda conforme Schaal (2007), com o deslocamento dos satélites em suas órbitas, tal distorção provoca avanço ou retardo da fase variável no tempo. E tal variação, atualmente, não tem como ser modelada ou mesmo prevista.

Outra fonte de erro, conforme Silva (2002), decorre da coleta de dados não ter se dado em uma única campanha. As diferentes constelações - suas geometrias - podem causar influência nos resultados coletados.

Neste contexto, devido à localização do ponto escolhido para o levantamento de dados, os erros motivados pelo multicaminhamento ganham relevância, a considerar a passarela e sua escadaria de acesso, ambas em concreto, existentes no local.

Além disso, a metodologia de coleta do ponto adotada, realizada em mais de uma jornada, têm impacto nos resultados, conforme discriminado em item específico abaixo. Assim como a questão pertinente ao posicionamento do equipamento no local e ao fato de não ter sido padronizado um único horário para a coleta de dados.

Ademais, deve-se ponderar o impacto da refração ionosférica nos resultados, já que, da observação dos valores e das condições climáticas quando da tomada de dados, é tangível a influência da ação solar na qualidade destes dados.

### 3. Materiais e métodos

A cidade de São Leopoldo possui, desde 2006, uma rede de 30 pontos GPS, implantados como uma etapa do Diagnóstico Ambiental do Município de São Leopoldo.

O planejamento desta malha considerou um número mínimo de pontos, localizados em determinados locais, capazes de atender a alguns critérios, tais quais segurança, acessibilidade, entre outros, visando à preservação física dos marcos e a facilitar o acesso para sua utilização, além de, obviamente, atingirem toda a área do Município.

Para o levantamento dos dados deste estudo, o topo (antena) do aparelho de navegação foi posicionado sobre o centro do marco MSL018U, localizado, conforme monografia de marcos constante do anexo A, na Av. Caxias do Sul, esquina com a Av. Getúlio Vargas (BR 116), junto à passarela do posto de serviços Argos, em São Leopoldo, RS.

A SEMMAM possui dois aparelhos de navegação. Ambos são equipamentos GARMIN 76S, receptores de C/A. Para o estudo foi utilizado o com número de série 93673759.

Para a realização do estudo, o aparelho era ativado e, após a estabilização do sinal, era feita a anotação da coordenada informada, logo que cronometrado o tempo previsto. Tal procedimento se repetiu a cada tempo de coleta sugerido.

Na busca de um tempo ótimo, ou suficiente, foram testados 5 diferentes intervalos de coleta de dados, a saber 5", 15", 30", 60" e 5'. Este último usado como referência de medida (medida de controle).

Em todas as coletas foram observadas dificuldades com o sinal – fraqueza/poucos satélites, além de interrupções, provavelmente, em uma avaliação inicial, devido à interferência da escada de acesso e pela própria passarela.

Em determinadas situações, notadamente nos dias de céu claro, foi mais longa a espera para localizar um número razoável de satélites. Isto foi bastante sensível nas coletas realizadas ao redor do meio-dia.

A opção pelo marco MSL018U se deve por seu fácil acesso, em relação à sede da SEMMAM e por estar geograficamente centralizado em relação ao território municipal.

A existência de obstáculos à captação do sinal não foi levada em consideração quando da escolha do ponto de coleta, já que não se buscou uma situação ótima para a tomada de dados, mas sim uma condição disponível, apenas.

A coleta de informações se deu em um ponto geodésico de referência, através de 11 medições distintas, em 10 dias, em horas variadas (preferentemente no entorno do meio-dia), com diferentes condições climáticas, mas em uma estação do ano, conforme tabela 2.

**Tabela 2:** média dos dados coletados no ponto MSL018U

		Coordenadas medidas (média)	desvio padrão	erro (E-N)	coordenadas geodésicas MSL018U	Distância média do erro (m)	nº máx satélites	nº mín satélites
5 seg	E	485383,000	5,177	7,78	485380,912	25,86	6	3
	N	6708860,455	14,652		6708867,953			
15 seg	E	485381,364	2,203	3,44	485380,912	19,76	8	3
	N	6708864,545	5,087		6708867,953			
30 seg	E	485381,364	4,105	1,92	485380,912	14,68	9	3
	N	6708866,091	6,789		6708867,953			
60 seg	E	485380,455	2,979	3,26	485380,912	18,35	9	3
	N	6708864,727	9,799		6708867,953			

5 min	E	485382,091	2,071	1,25	485380,912	11,19	9	4
	N	6708867,545	3,110		6708867,953			

As tabelas 3 a 7 apresentam os dados coletados, com ordenação de data e condição climática encontrada quando da coleta dos dados, além do tempo de captação do sinal, das coordenadas UTM obtidas, a hora de coleta dos dados, o erro, em metros, identificado e o número de satélites captados nestes momentos.

O *Datum* utilizado foi o WGS84.

Como proposto, dentre as fontes de erro identificadas, acredita-se que, no ponto escolhido, as variáveis de maior impacto sejam o multicaminhamento, devido à passarela existente, e que este fator tenha sido potencializado pela forma de coleta de dados, a considerar o estacionamento do aparelho, posicionado diretamente sobre o marco da rede (vide anexo B).

Também foi identificável a influência da radiação solar – refração ionosférica - nos resultados. Os valores obtidos nas medições realizadas nas proximidades do meio-dia foram substancialmente mais trabalhosos, seja pela dificuldade na captação do sinal de satélites em número aproveitável ( $\geq 4$ ), ou pela inconstância da manutenção deste sinal, principalmente nos tempos mais longos de coleta.

Neste contexto, vale ressaltar a eficácia da coleta de resultados obtida nos dias 6 e 7 de novembro de 2009, sexta-feira e sábado, respectivamente.

Tais dados foram coletados de manhã, próximo às 8 horas e o céu encontrava-se nublado. Foi notória a facilidade de captação do sinal e sua manutenção, assim como chamou a atenção o número de satélites em contato (que alcançou nove), já que o convencional para o aparelho em questão é identificar não mais que cinco.

**Tabela 3:** dados coletados no ponto MSL018U com 5 segundos de captação

data		20 out 09	20 out 09	21 out 09	22 out 09	27 out 09	28 out 09	29 out 09	6 nov 09	7 nov 09	12 nov 09	13 nov 09
Condição climática na coleta dos dados		sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco
medida	E	485378	485385	485391	485380	485382	485373	485384	485383	485383	485391	485383
	N	670886 7	670886 5	670884 2	670886 2	670886 7	670883 2	670886 6	670884 3	670887 1	670887 8	670887 2
início		12:20	12:40	12:40	16:40	13:00	14:45	12:40	08:35	07:57	15:33	08:05
erro (m)		42,0	55,7	60,1	24,8	19,6	10,8	12,7	11,3	11,3	26,3	9,9
satélites		4	3	3	5	3	3	5	6	4	4	6

**Tabela 4:** dados coletados no ponto MSL018U com 15 segundos de captação

data		20 out 09	20 out 09	21 out 09	22 out 09	27 out 09	28 out 09	29 out 09	6 nov 09	7 nov 09	12 nov 09	13 nov 09
Condição climática na coleta dos dados		sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco
medida	E	485380	485384	485385	485377	485381	485380	485382	485380	485383	485382	485381
	N	670887 0	670885 3	670886 2	670886 3	670886 7	670886 7	670886 8	670886 2	670886 6	670886 1	670887 1
início		12:22	12:43	12:57	16:42	13:02	14:49	12:41	08:37	07:58	15:35	08:06
erro (m)		13,5	58,4	17,6	25,0	19,8	9,9	14,2	9,4	7,0	32,7	9,9
satélites		4	3	4	4	3	5	4	7	8	4	6

**Tabela 5: dados coletados no ponto MSL018U com 30 segundos de captação**

data		20 out 09	20 out 09	21 out 09	22 out 09	27 out 09	28 out 09	29 out 09	6 nov 09	7 nov 09	12 nov 09	13 nov 09
Condição climática na coleta dos dados		sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco
medida	E	485386	485385	485387	485373	485382	485380	485382	485381	485382	485376	485381
	N	670887 6	670886 9	670887 0	670886 0	670886 8	670886 6	670887 0	670885 4	670886 6	670885 6	670887 2
início		12:25	13:13	12:59	16:45	13:03	14:50	12:42	08:39	07:59	15:37	08:07
erro (m)		11,0	13,5	21,5	25,3	19,4	9,8	8,5	9,5	6,1	26,9	10,0
satélites		3	4	4	4	4	6	5	7	9	5	6

**Tabela 6: dados coletados no ponto MSL018U com 60 segundos de captação**

data		20 out 09	20 out 09	21 out 09	22 out 09	27 out 09	28 out 09	29 out 09	6 nov 09	7 nov 09	12 nov 09	13 nov 09
Condição climática na coleta dos dados		sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco
medida	E	485377	485383	485386	485376	485381	485379	485382	485381	485381	485377	485382
	N	670887 8	670887 3	670887 1	670885 6	670886 7	670884 3	670887 1	670886 0	670886 7	670885 8	670886 8
início		12:31	13:14	13:00	16:50	13:05	14:52	12:44	08:40	08:00	15:39	08:09
erro (m)		9,3	13,8	21,1	25,5	19,8	53,6	8,6	9,6	6,1	24,9	9,6
satélites		5	4	3	4	4	4	5	7	9	5	7

**Tabela 7: dados coletados no ponto MSL018U com 5 minutos de captação – coleta de controle**

data		20 out 09	20 out 09	21 out 09	22 out 09	27 out 09	28 out 09	29 out 09	6 nov 09	7 nov 09	12 nov 09	13 nov 09
Condição climática na coleta dos dados		sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	sol/ seco	nublado / seco	nublado / seco	sol/ seco	sol/ seco
medida	E	485382	485382	485384	485385	485384	485381	485384	485380	485381	485378	485382
	N	670886 8	670886 5	670887 3	670886 7	670887 2	670886 7	670886 9	670886 5	670886 7	670886 2	670886 8
início		12:38	13:16	13:08	16:59	13:06	14:56	12:45	08:42	08:05	15:41	08:11
erro (m)		9,5	8,3	12,6	20,9	21,8	6,4	8,3	9,8	6,3	8,3	10,9
satélites		4	5	5	5	4	7	5	6	9	7	6

#### 4. Conclusões

Da análise dos resultados obtidos, observa-se a inconstância dos resultados.

Os melhores resultados coletados foram conseguidos com o maior tempo de observação – o tempo de controle, de 5 minutos. Porém, sob o aspecto da otimização do processo de coleta de dados, a captação de medidas por este prazo mostra-se pouco prática, o que é uma premissa do levantamento proposto.

Neste contexto, o resultado mais expressivo foi obtido com 30 segundos de coleta de informações, o qual se mostra com confiabilidade suficiente para permitir indicar este tempo de coleta como o mais eficaz, no universo de dados levantado.

Das três variáveis de erro mais facilmente quantificáveis neste estudo, a saber, o multicaminhamento, o efeito da radiação solar e a forma de coleta dos dados (ação do operador), apenas esta última é inteiramente readequável.

Tal afirmação se baseia no fato de que nem sempre o operador poderá escolher coletar dados nas



melhores condições climáticas ou está imune à influência de construções ou outros obstáculos nas proximidades de suas coletas de dados.

Mas ele pode, discricionariamente, determinar, em condições menos favoráveis – notadamente quando da alta incidência solar, qual o melhor tempo para a coleta de dados. Portanto, ao servidor não é necessário tomar os resultados deste estudo como regra inquebrável. Na identificação ou mesmo dúvida da eficácia de uma coleta, como já proposto por Farret (2006), basta manter a medição por um tempo superior.

Porém, com base nos resultados obtidos e pelas características do aparelho em uso na SEMMAM (o qual, em regra, não capta mais de 6 satélites simultaneamente), medições inferiores a 30 segundos não podem ser consideradas aconselháveis.

É importante ficar, como encaminhamento deste estudo, a sugestão da realização de um levantamento mais aprofundado, com medições em outros marcos da rede, preferentemente sem maiores fatores de interferência por multicaminhamento, e em condições climáticas e períodos do ano diferentes, a considerar a já citada sensível influência da radiação solar.

Assim como é relevante que esta coleta de dados contemple, por exemplo, um número maior de repetições, que permitam a avaliação de um histórico mais amplo, no intuito de minimizar as variações identificadas.

## 5. Bibliografia

**Farret, J. C.** et all - *A Precisão Possível com Gps L1/CA em Georreferenciamento: O Desafio do Multicaminho no Projeto de Um Receptor Com Código Suavizado*. Universidade Federal de Santa Maria. Boletim Ciências Geodésicas, Curitiba, v. 12, nº 2, jul -dez, 2006.

**Pereira, R. C.** – *Coordenadas de Pontos Gps Utilizando o Código e Formas de Correção Ionosférica e Troposférica*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

**Pessoa, L. M. da C.** – *Gps Rápido-Estático: Eficiência em Levantamentos Topográficos. Fator GIS*. Revista de geoprocessamento. Ed. Sagres, Curitiba, 1996.

**Roque, C. G.**, et al. *Georreferenciamento*. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, 2006

**Schaal, R. E.; Larocca, A. C.** - *A Tecnologia Gps Aplicada à Detecção de Deslocamentos Verticais Causados por Forças Estáticas e Dinâmicas*. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Revista Brasileira de Cartografia Nº 59/02, Agosto 2007.

**Silva, S. T. da** – *Análise Comparativa entre Equipamentos Eletrônicos (Gps) para Levantamento de Dados Topográficos*. Monografia de especialização. Universidade federal de Minas Gerais, 2002.

**Sousa, C. R. M. de** - *Interferidores de Gps: Análise do Sistema e de Potenciais Fontes de Interferência*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2005.

**Veronez, M. R. et all** - *Implantação de Um Sistema de Informação Geográfica Ferramenta no Diagnóstico Ambiental do Município de São Leopoldo/RS*. Unisinos, 2007.

**Anexo** : Monografia do marco MSL018U



# MONOGRAFIA DE VÉRTICE GPS



Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
Programa de Pós-Graduação em Geologia  
Laboratório de Sensoriamento Remoto e Cartografia

Contratante:



Prefeitura Municipal de São Leopoldo  
Secretaria Municipal de Meio Ambiente  
Estado do Rio Grande do Sul



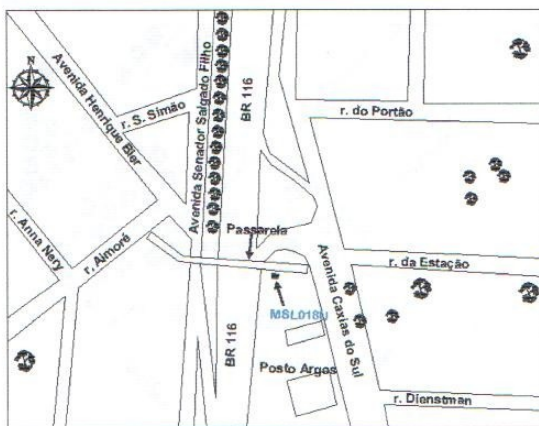
ID. Do Vértice	Local	Equipamento utilizado
MSL018U	Av. Caxias do Sul com a Avenida Getúlio Vargas (BR-116)	LEICA (SR-9400)
Nome do vértice	Município	UF
Passarela Posto Argos	São Leopoldo	RS
		Tempo de rastreio
		1 hora

## Coordenadas do Vértice

Geodésicas – SIRGAS	UTM – SIRGAS	Plano topográfico local – SIRGAS
$\phi = 29^{\circ}45'01,254826'' \text{ S } \pm 0,009 \text{ m}$	$N = 6708867,953 \text{ m}$	$X = 149078,038 \text{ m}$
$\lambda = 51^{\circ}09'04,313559'' \text{ W } \pm 0,007 \text{ m}$	$E = 485380,912 \text{ m}$	$Y = 250885,066 \text{ m}$
$h_{\text{geom}} = 11,959 \text{ m } \pm 0,013 \text{ m}$	$MC = 51^{\circ} \text{ W}$	
$H_{\text{ort}} = 7,81 \text{ m}$	$C = 00^{\circ}04'30,100726''$	
Ond. Geoidal(MAPGEO2004) = 4,15 m	$K = 0,99960264$	

Croqui:

Foto:



Descrição do vértice:

O marco foi implantado ao lado direito de quem sobe a escada de acesso à passarela, localizada em frente ao posto Argos da Avenida Caxias do Sul com a Avenida Getúlio Vargas (BR-116), Quadra 96, Bairro Rio dos Sinos.

Origem do Plano Topográfico Local:

$\phi_{(\text{origem})} = 29^{\circ}45'30'' \text{ S}$   $\lambda_{(\text{origem})} = 51^{\circ}08'30'' \text{ W}$   $X_{(\text{origem})} = 150000,00 \text{ m}$   $Y_{(\text{origem})} = 250000,00 \text{ m}$   $H_{\text{ort(média)}} = 40,00 \text{ m}$

Operador	Data	Processamento	Data	Monografia	Data
Telmo/Douglas/Leonardo	03/08/06	Maurício/Telmo	04/08/06	Telmo/Douglas/Leonardo	07/08/06

Legenda:  $\phi$  = Latitude;  $\lambda$  = Longitude;  $h_{\text{geom}}$  = altura geométrica;  $H_{\text{ort}}$  = altitude ortométrica;  $C$  = convergência meridiana;  $K$  = fator de escala.

Figura 1 : monografia marco SL018