

# Implantação de Marcos Geodésicos para o Georreferenciamento e Levantamento Cadastral do Campus II da Feevale

Reginaldo Macedônio da Silva<sup>1</sup>, Stefânia Beretta Lenz<sup>2</sup>, Álison Silveira da Silva<sup>3</sup>, Jésun Rigotto Carpegiani<sup>4</sup>, Vagner Einsfeld<sup>5</sup>

## Resumo

Este trabalho apresenta o resultado da implantação dos marcos geodésicos no Campus II da Feevale, utilizando GPS Geodésico de dupla frequência e amarrando as coordenadas nos pontos de rastreamento contínuo, homologados pelo IBGE, da Rede Manfra. Com a implantação destes marcos, será possível fazer o levantamento cadastral georreferenciado do Campus II, facilitando as atualizações e modificações que ocorrem em todos os semestres. Este georreferenciamento será também muito importante para uso nas aulas práticas das disciplinas de topografia e introdução ao geoprocessamento, podendo ser utilizado pelo Laboratório de Geoprocessamento do Curso de Arquitetura e Urbanismo em aplicações futuras.

**Palavras-chave:** GPS. Topografia. Georreferenciamento.

## Abstract

This work presents the result of the geodesic marks implantation at Campus II of Feevale, using the geodesic GPS of double frequency and attaching the coordinates at the continuous tracking points, homologated by IBGE, from Rede Manfra. With the implantation of these marks, it will be possible to make the georeferenced cadastral surveys of Campus II, facilitating updates and modifications that occur in all the semesters. This georeferencing will be also very important for use in the practical lessons

<sup>1</sup>Professor adjunto do curso de Arquitetura e Urbanismo da Feevale. Engenheiro Agrimensor pela UFV. Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela EESC-USP em 2000. E-mail: macedonio@feevale.br.

<sup>2</sup>Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo da Feevale. E-mail: stefianiabl@feevale.br.

<sup>3</sup>Acadêmico do curso de Engenharia Eletrônica da Feevale. E-mail: alison@feevale.br.

<sup>4</sup>Arquiteto e urbanista pela Feevale em 2006. E-mail: jesun@feevale.br.

<sup>5</sup>Acadêmico do curso de Arquitetura e Urbanismo da Feevale. E-mail: vagnere@feevale.br.

from the disciplines of topography and geoprocessing introduction, allowing to be used for the geoprocessing laboratory of the architecture and urbanism course in future applications.

**Keywords:** GPS. Topography. Georeferencing.

## Introdução

O Brasil é um país de dimensões continentais e, portanto, requer uma quantidade grande de marcos geodésicos para um controle territorial e para a produção de informações cartográficas georreferenciadas, a rede geodésica brasileira. A maioria destes marcos foram implantados há décadas atrás (figura 1), sendo que parte da rede geodésica do país está destruída. Estas informações podem ser observadas no banco de dados do IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), em <http://mapas.ibge.gov.br/geodesia2/viewer.htm>, o qual disponibiliza as informações de coordenadas e a situação dos marcos existentes no país.



**Figura 1:** Banco de Dados Geodésicos - Marcos do Brasil – Fonte: IBGE, 2007.

O georreferenciamento, segundo VERONEZ *et al* (2000), consiste em associar uma base cartográfica a algum sistema de referência de coordenadas. Para TEIXEIRA E CHRISTOFOLETTI (1997), o georreferenciamento ou georreferência é a situação em que uma entidade geográfica é referenciada espacialmente ao terreno por meio de sua localização, utilizando-se para tal um sistema de coordenadas conhecido.

No Brasil tem-se como sistema de referência geodésico atual o Datum SAD-69 (South American Datum 1969), porém, com o aumento de usuários de sistemas globais de navegação por satélite (GNSS – Global Navigation Satellite Systems), onde pode-se citar o GPS (Global Positioning System), o GLONASS, o GALILEO e o COMPASS, tornou-se necessária a adoção de um sistema de referência geocêntrico, devido aos sistemas globais de navegação por satélite utilizarem como referência do

sistema de coordenadas o centro de massa da Terra, o que não acontece com o Datum SAD-69, e outro fator importante é a maior precisão e o controle deste sistema de referência.

Segundo OLIVEIRA (1983), Datum é o ponto de origem de um sistema de referência e, para cada Datum, existem variações quanto aos parâmetros dos elipsóides, utilizados na mudança dos sistemas de referência, principalmente quanto às informações do semi-eixo maior e do semi-eixo menor (tabela 1).

**Tabela 1:** Parâmetros dos Elipsóides  
Fonte: SILVA (2007).

<b>ELIPSÓIDE</b>	<b>a (semi-eixo maior)</b>	<b>b (semi-eixo menor)</b>	<b><math>\alpha</math></b>
BESSEL (1841)	6.377.397,16	6.356.078,96	1/299,15
CLARKE (1858)	6.378.249,17	6.356.514,99	1/293,46
HELMERT (1907)	6.378.200,00	6.356.818,17	1/298,30
HAYFORD (1909)	6.378.388,00	6.356.912,00	1/297,00
SAD-69 (1967)	6.378.160,00	6.356.774,72	1/298,25
WGS-84 (1984)	6.378.137,00	6.356.752,29	1/298,26
GRS-80 (1980)	6.378.137,00	6.356.752,31	1/298,26

Com a nova resolução do IBGE, de fevereiro de 2005, o novo Datum passou a ser o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – 2000), que tem como referência o centro de massa da Terra, sendo considerado, portanto, o novo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Porém, para esta mudança, tem-se um período de transição até 2014, quando a mudança de referencial deve estar completa em todo o País.

Segundo SANTOS (2006), “ao se adotar o SIRGAS2000, como a nova referência para localização, mapeamento e sistemas de informações geográficas, o Brasil dá um passo no sentido de facilitar a utilização e gerenciamento das informações do espaço físico do país”.

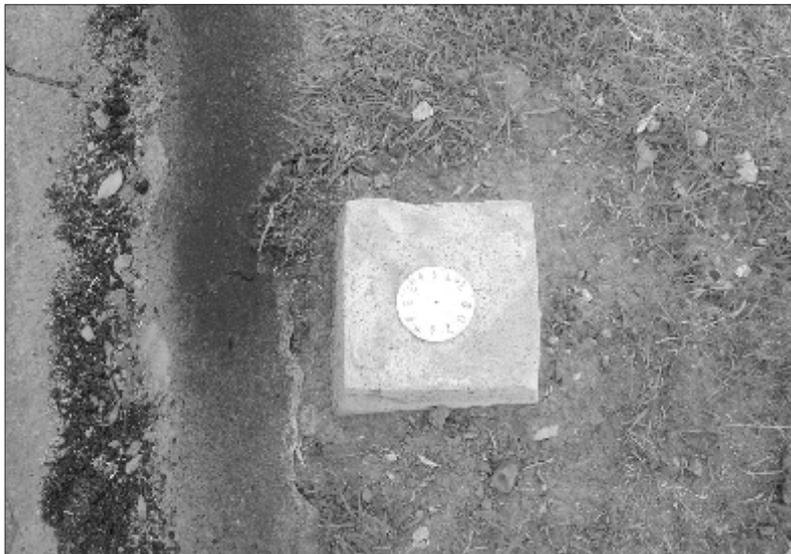
Um outro fator importante, referente à preocupação de informações georreferenciadas, é a nova legislação sobre georreferenciamento de imóveis rurais, através da lei 10267/2001, em que se aumentou a preocupação sobre levantamentos topográficos georreferenciados, pois, com estes dados, é possível ter um maior controle e cadastramento de novas informações na mesma base cartográfica, por estar georreferenciada.

Para os levantamentos cadastrais existe a norma técnica NBR 14166, que descreve sobre a rede de referência cadastral, em que se adota como sistema de referência o sistema topográfico local, minimizando os problemas de distorções, quando se trabalha com as coordenadas planas na projeção UTM (Universal Transversa de Mercator). Mas, para se trabalhar com este sistema de referência, é necessária a adoção de um dos marcos implantados no município ou na área em estudo, como sendo o centro de origem do sistema topográfico local.

O Campus II da Feevale, localizado na RS 232, 2755, no bairro Vila Nova, em Novo Hamburgo, RS, possui uma base cartográfica levantada com topografia. Porém, esta base não está

georreferenciada, dificultando atualizações necessárias e o cadastramento das mudanças que ocorrerem todos os semestres no Campus II.

Com a necessidade desta atualização constante pelo setor de Projetos e Obras e, também, pelo Laboratório de Geoprocessamento do curso de Arquitetura e Urbanismo, tornou-se necessária a implantação de marcos de concreto (monumentos de concreto de forma piramidal com uma chapa de identificação – figura 2), distribuídos em locais estratégicos do Campus II, para execução posterior do levantamento cadastral georreferenciado.



**Figura 2:** Marco Implantado no Campus II da Feevale.

**Fonte:** Autor.

Segundo RODRIGUES (1989), o marco é a representação física da execução dos trabalhos geodésicos, que permitirá sua continuidade e a utilização para outros projetos, bem como atender aos interesses dos usuários dos serviços de levantamentos cadastrais.

Portanto, o trabalho visa à implantação de marcos materializados em locais estratégicos medidos com GPS Geodésico, amarrado em pontos da Rede Manfra de Estações de Monitoramento Contínuo GPS, homologados pelo IBGE, para o transporte de coordenadas geodésicas e, assim, posteriormente, para execução do levantamento topográfico cadastral georreferenciado do Campus II da Feevale.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Caracterização da Área de Estudo

O Campus II da Feevale, mostrado na foto aérea da figura 3, região do Vale do Rio dos Sinos, tem aproximadamente 18.000 estudantes, distribuídos em 14 prédios, e com uma dinâmica muito grande, com várias mudanças e alterações a cada semestre, devido às necessidade dos diversos setores da instituição.

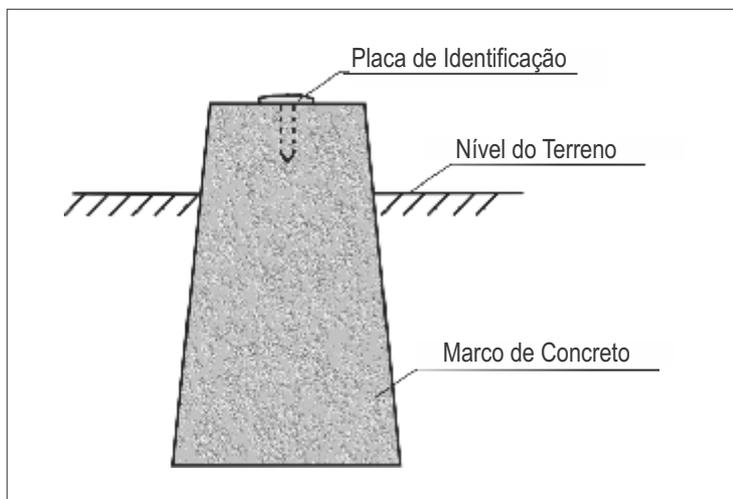


**Figura 3:** Foto Aérea manipulada do Campus II da Feevale.  
**Fonte:** CARPEGGIANI *et al* (2006).

## 2.2 Materiais

Para a execução da implantação dos marcos, foram utilizados os seguintes materiais:

◆ preparação dos marcos de concreto em forma piramidal, conforme modelo apresentado na figura 4, utilizando-se uma forma-padrão;



**Figura 4:** Modelo para o Marco de Concreto em Forma Piramidal.  
**Fonte:** Autor.

- ◆ chapa de alumínio para identificação dos marcos;
- ◆ GPS geodésico de dupla frequência (L1 e L2), Ashtech Z-Max (figura 5);
- ◆ antena do GPS geodésico;
- ◆ tripé de alumínio;
- ◆ *software* Ashtech Solutions para processamento dos dados do GPS;
- ◆ bases da Rede Manfra de Estações de Monitoramento Contínuo GPS, das cidades de Guarapuava e Curitiba.



**Figura 5:** GPS Geodésico – Ashtech Z-Max.  
**Fonte:** Autor.

### 2.3 Local de Implantação dos Marcos

Foi implantado um total de 8 marcos, distribuídos em locais estratégicos (com pouca obstrução e de fácil localização), para possibilitar o levantamento topográfico de todo o Campus II da Feevale, sendo que é possível ter a visibilidade de, no mínimo, dois pontos entre eles, facilitando assim o levantamento topográfico com estação total.

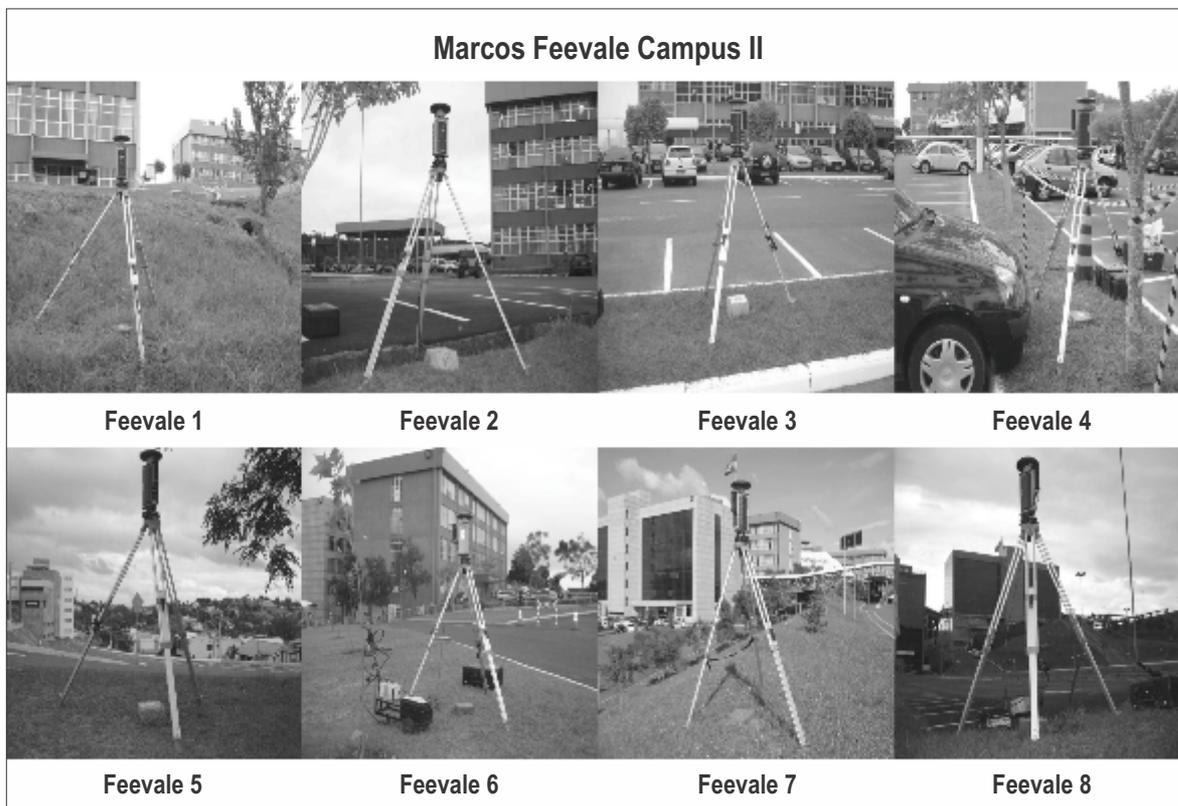
Pode-se observar a distribuição dos marcos na figura 6 e, em caso de necessidade, pode-se fazer o transporte de coordenadas para outro ponto, utilizando-se, para isto, uma estação total ou um teodolito ótico mecânico.



**Figura 6:** Distribuição dos Marcos no Campus II da Feevale.  
**Fonte:** Autor.

## 2.4 Metodologia

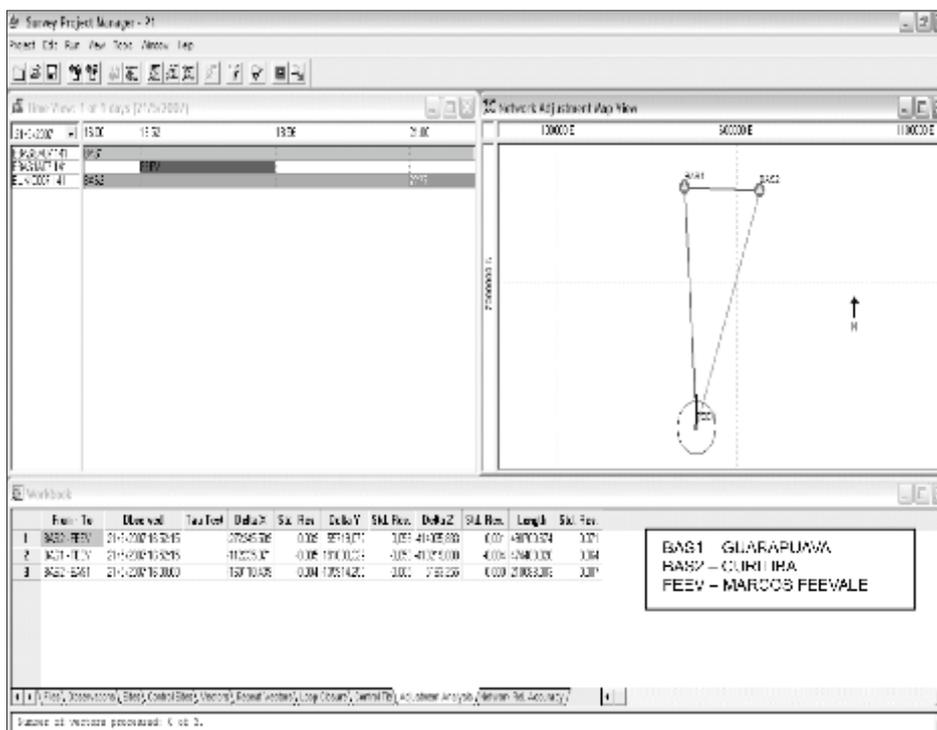
Para o rastreamento dos marcos implantados no Campus II da Feevale, foram necessárias duas horas de rastreamento em cada ponto (figura 7), com uma máscara de elevação de 15 graus e um intervalo de gravação dos dados de 5 segundos, sendo gravado, portanto, um mínimo de 1440 épocas para cada ponto. A Rede Manfra de Estações de Monitoramento Contínuo GPS tem uma taxa de gravação de 1 segundo e utiliza uma máscara de elevação de 15 graus.



**Figura 7:** Marcos rastreados com GPS Geodésico.

**Fonte:** Autor.

O processamento dos dados foi executado através do método diferencial (DGPS) pós-processado. Segundo MONICO (2000), o conceito de DGPS envolve o uso de receptor estacionário numa estação com coordenadas conhecidas. Durante o processamento, foi executada uma dupla vetorização para cada marco, através dos marcos da Rede Manfra de Estações de Monitoramento Contínuo GPS, homologados pelo IBGE. A dupla vetorização (figura 8) consiste na criação de dois vetores com bases fixas para um único ponto móvel, tendo, assim, um maior controle e confiabilidade no resultado do processamento. Os pontos Guarapuava e Curitiba são os pontos-base (coordenadas conhecidas, sendo utilizadas como fixas) e os marcos da Feevale os pontos-móvel ou rover (coordenadas não conhecidas).



**Figura 8:** Dupla vetorização executada no processamento dos Marcos, utilizando o software Ashtech Solutions.

### 3. Resultados

Como resultado final do processamento dos dados, obtiveram-se as seguintes coordenadas dos marcos:

**Tabela 2:** Coordenadas dos Marcos.

Fonte: Autor.

Pontos	Coordenada Este	Coordenada Norte	Cota
Feevale 01	488494.771	6718186.533	83.379
Feevale 02	488541.843	6718225.335	91.460
Feevale 03	488509.029	6718313.924	93.789
Feevale 04	488484.209	6718419.210	93.553
Feevale 05	488439.471	6718455.058	93.507
Feevale 06	488539.666	6718470.642	93.414
Feevale 07	488553.374	6718611.662	89.686
Feevale 08	488707.591	6718670.136	63.415

As coordenadas obtidas na tabela 2 estão em coordenadas planas na projeção UTM, no Datum SAD69, devido à base cartográfica da Prefeitura de Novo Hamburgo utilizar este sistema de referência e, também, para uso futuro do setor de Projetos e Obras, conciliando as informações com a base cartográfica da Prefeitura.

É importante ressaltar que, durante o processamento dos dados, todos os pontos fixaram ambigüidade.

## Conclusão

Com as coordenadas dos marcos implantados no Campus II da Feevale, será possível fazer o levantamento topográfico georreferenciado, facilitando a atualização de futuras modificações na estrutura física do Campus, além de auxiliar o setor de Projetos e Obras em novos projetos, com informações atualizadas.

Um outro fator importante para um maior controle geométrico do levantamento topográfico será criar o sistema topográfico local, utilizando como referência, para o estabelecimento desta rede, a norma técnica NBR 14166 sobre rede de referência cadastral municipal. Esta rede local será importante devido a algumas distorções geométricas, quando se trabalha com a projeção UTM.

Os marcos implantados no Campus II da Feevale serão importantes para diversos setores, como para o pessoal do setor de Projetos e Obras, que possui diversas áreas de processo, como pessoal de manutenção, pedreiros, elétrica, entre outros, para o pessoal dos cursos de extensão na área de topografia e introdução ao geoprocessamento, podendo ser utilizados nas aulas práticas de disciplinas do curso de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Industrial Química e para o pessoal da pós-graduação na área de Gestão Ambiental.

## Agradecimentos

Agradecemos à empresa de Porto Alegre, All Comp – Equipamentos de Precisão, pela parceria no empréstimo do GPS Geodésico para rastreamento dos marcos.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14166**: Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

CARPEGGIANI, J. R. et al. Disponibilização de Dados do Projeto SIG do Centro Universitário Feevale na WEB (Página Geop). In: COBRAC 2006, **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, 7., 2006, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis, 2006. 1 CD.

**IBGE**. Banco de Dados Geodésicos. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/geodesia2/viewer.htm>>. Acesso em: 28 Ago. 2007.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS**: Descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: UNESP, 2000. 287p.

OLIVEIRA, C. de. **Dicionário Cartográfico**. 2ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 164p.

RODRIGUES, A. C. Marcos Geodésicos do IBGE. **V Encontro de Engenheiros Cartógrafos do Nordeste**, Aracaju. mai. 1989. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/artigos/1989\\_Marcos\\_Geodesicos\\_do\\_IBGE.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/artigos/1989_Marcos_Geodesicos_do_IBGE.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2007.

SANTOS, M. C. dos. **SIRGAS2000**: O Referencial Geocêntrico do Brasil. Rio de Janeiro: Ponto de Referência, ano1, n. 1, p. 5 – 6, ago. 2006.

SILVA, R. M. da. Apostila. PDF. **Apostila de Topografia do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Feevale**, Novo Hamburgo. 2007.

TEIXEIRA, A. L. de A.; CHRISTOFOLETTI, A. Sistemas de Informação Geográfica. **Dicionário Ilustrado do SIG**. São Paulo: Hucitec, 1997. 244p.

VERONEZ, M R. et al. **GPS**: um sistema eficaz no geo-referenciamento de bases cartográficas. Criciúma: A Mira, ano X, n. 99, p. 12 -19, 2000.