

ANÁLISE DE ASPECTOS NORMATIVOS PARA LEVANTAMENTOS COM GPS

Ciro Rodrigues de Brum¹
Julio Cesar Farret²
Carlito Vieira de Moraes³
Isaias Salin Farret⁴

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI – Centro Tecnológico do Vale do Jaguari – CTVJ – cirorb@smail.ufsm.br

²Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Programa de Pós-Graduação em Geomática – PPGG – jcfarret@smail.ufsm.br

³Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Programa de Pós-Graduação em Geomática – PPGG – carlito@smail.ufsm.br

⁴Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Departamento de Engenharia Rural – DER – ifarret@uol.com.br

RESUMO

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) lançou em novembro de 2003 a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, com o objetivo de normatizar os procedimentos técnicos por parte dos profissionais credenciados para essa atividade, do levantamento à entrega de documentos. Como esse próprio documento reconhece no que se refere a trabalhos com GPS, devido à incipiência desse sistema de posicionamento, há necessidade de revisões no sentido de melhor adaptá-lo ao melhor domínio da técnica e aos novos avanços da mesma. No sentido de contribuir para essa missão, no presente trabalho busca-se fazer uma análise geral e de alguns pontos em particular no que tange ao emprego de satélites artificiais para posicionamento presentes nessa Norma. Como resultado natural das investigações chega-se ao tratamento de aspectos do cotidiano dos profissionais que labutam com o sistema NAVSTAR-GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging/Global Positioning System). As análises são respaldadas em resultados experimentais obtidos com o emprego de receptores GPS em diferentes situações de rastreamento, especialmente quanto à distância da linha de base-usuário e tipos de soluções apresentadas, bem como em estudo da bibliografia especializada. Estes experimentos foram realizados usando-se a rede de marcos do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) no município de Santiago – RS. A análise de resultados mostra e confirma a existência de espaços para a revisão de alguns termos, recomendações e parâmetros feitos em alguns documentos.

Palavras-chave: Normas técnicas, GPS, Georreferenciamento

NORM ASPECTS ANALISYS FOR GPS SURVEYS

ABSTRACT

The Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) published in 2003 november the Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (Technical Norm for Rural Properties Georreferencing), wich have the goal of regulate the technical proceedings by the professionals with credencial for these activities, from the surveys until to deliver the documents. The norm admities, about GPS surveys, and because the system is youngest, there are need revise in the direction to the best adaptation about technical dominious and the new advances. Aiming to contribute to this mission, in the present work it's intended to make a general analyses and in some points in particular about the use of artificial satellites for positioning, in this norm. As natural result of the investigations it's gotten to the treatment of routine aspects this professionals. The analisys are confirmed by experimental results obtained with the use of GPS receivers in different situations of surveys and the study and search of specially bibliography. These experiments was realized using the control point of the Brazilian Geodetic System in Santiago city in RS

provincy. The analisys of results shows and confirms the existense of needed for revise of the some terms, recomendations and parameters existing in the analized document.

Key-words: *Technical norms, GPS, Georeferencing*

1. INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Com o crescimento no uso do GPS, os órgãos responsáveis por normatizações no Brasil sentiram a necessidade de emitir documentos que procurassem regular o uso da nova tecnologia, escassos até então.

Com a entrada em vigor da obrigatoriedade do georreferenciamento no Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), introduzido na Lei 10267/2001, o INCRA, órgão responsável pela normatização do cadastramento de imóveis rurais no Brasil, lançou a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Essa norma já inclui o posicionamento de pontos através do GPS. Apesar da sua atualidade editorial, observa-se que alguns aspectos podem ser melhor explicitados.

Além da revisão de aspectos técnicos ligados ao uso em si do GPS, na Lei 10267/2001 também merece atenção a própria relação profissional envolvida, cuja regulação é de responsabilidade do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Essa regulação se deu através da decisão PL-0633, atualmente sob júdice, e cujo texto merece análise de, pelo menos, conteúdo de conhecimentos exigidos para capacitação e habilitação profissional.

Diante do vasto número de aplicações já existentes do GPS, cuja utilização está diretamente relacionada com a imaginação humana, surge a necessidade de revisões e possíveis contribuições às normas e procedimentos técnicos, com o intuito de maximizar o sistema a serviço da comunidade usuária.

1.2 - OBJETIVO

Contribuir com a revisão da Norma que trata do uso do GPS para georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil sob a lei 10267, sob a luz do estudo de aspectos técnicos e científicos modernos. Fez-se isso com base na literatura consultada e em resultados de experimento de campo realizado especificamente com essa finalidade. Espera-se que os procedimentos sugeridos possam ajudar a adequar a Norma ao rendimento e à qualidade no uso da nova tecnologia.

1.3 - JUSTIFICATIVA

A rápida expansão do uso de receptores de satélites artificiais para finalidades geodésicas, especialmente o sistema norte americano (Navstar/GPS), exigiram igual evolução das normatizações de procedimentos de levantamentos geodésicos nos seus diferentes níveis.

O desconhecimento de muitos aspectos do GPS nos primeiros tempos de sua implantação e uso, bem como a rápida evolução e aperfeiçoamento do sistema fizeram com que atualmente alguns pontos dessa Norma sejam passíveis de revisão, com vistas a sugestões e melhorias.

Essas sugestões e melhorias se dão em dois sentidos: primeiramente, na adequação da legislação aos aspectos técnicos e vice-versa, no sentido de amparar tecnicamente os atos jurídicos, fatos jurídicos e atos jurisdicionais. Além disso, visa adequar os procedimentos técnicos à realidade da tecnologia no momento presente, de forma a não haver desperdícios do rendimento de campo trazido pela nova tecnologia.

Existem ainda poucos trabalhos no Brasil que se dedicam à análise contextualizada e compactada, em um único documento, dos possíveis procedimentos e aspectos que poderiam ser ajustados nos textos normativos, especialmente com bom amparo técnico e científico.

Em termos de regulamentação de atividades profissionais, através dos conselhos regionais na área tecnológica, observa-se pouco aprofundamento e baixo nível de discussão de pontos que influem diretamente nas habilitações profissionais. Isso, muitas vezes, conduz a distorções e litígios que poderiam ser evitados pela consulta a pessoas envolvidas com o estudo aprofundado dessas questões. Assim, esse aspecto também parece ser susceptível de revisões e sugestões.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - DOCUMENTOS DE INTERESSE

2.1.1 - Norma técnica para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais

A Norma Técnica Para Georreferenciamento de Imóveis Rurais foi publicada no DOU em 29 de agosto de 2001 e regulamentada pelo Decreto nº 4.449 de 30 de outubro de 2002, alterando dispositivos de leis anteriores e criando o CNIR. Em consequência disso, o INCRA elaborou a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais em novembro de 2003.

Segundo o próprio INCRA, esta norma foi editada com o propósito de orientar os profissionais que trabalham com medições para fins fundiários direcionada ao atendimento da Lei 10267/2001. Ela tem como base o Manual Técnico de Cartografia Fundiária do INCRA e foi elaborada visando também a utilização de técnicas de SIG e GPS.

Essa Norma resultou da versão preliminar (3.16) elaborada por equipe de especialistas e modificada por sugestões da comunidade envolvida. Nessa ocasião, o Setor de Geodésia do DER da UFSM, na pessoa do Prof. Dr. Carlito Vieira de Moraes, emitiu pormenorizada lista de alterações sugestivas, algumas das quais estão presentes na versão definitiva, em análise no presente trabalho. As mesmas podem ser consultadas no sítio eletrônico <www.ufsm.br/geotopo> (ver Comentário Técnico).

2.1.2 - Decisão PL-0633

Publicada em 29 de agosto de 2003, a Decisão Plenária nº PL-0633 do CONFEA decidiu e aprovou a alteração da PL-0024/2003. Ela determina, em outras coisas, as condições dos profissionais técnicos para habilitação em georreferenciamento.

2.2 - CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.2.1 - Norma

Do latim “*norma*” é aquilo que se estabelece com base ou medida para a realização ou avaliação de alguma coisa como: norma de serviço, normas jurídicas, normas diplomáticas. Princípio, preceito, regra, lei (Houaiss, 2001, Ferreira, 1999).

2.2.2 - Norma Brasileira

Norma técnica elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em conformidade com os procedimentos fixados para o Sistema Mundial de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, pela Lei 5.966 de 16 de dezembro de 1973. Sigla: NBR (Houaiss, 2001, Ferreira, 1999).

2.2.3 - Norma Técnica

Documento técnico que fixa padrões reguladores visando a garantir a qualidade do produto industrial, a racionalização da produção, transporte e consumo de bens, a segurança das pessoas, a uniformidade dos meios de expressão e comunicação, etc. (Houaiss, 2001, Ferreira, 1999).

2.2.4 - Padrão

Do latim “*patronu*” “protetor”. Modelo oficial de pesos e medidas. Aquilo que serve de base ou norma para avaliação de qualidade ou quantidade: medida, estalão, craveira. Qualquer objeto que serve de modelo à feitura de outro (Houaiss, 2001, Ferreira, 1999).

2.2.5 - Especificação

Ato ou efeito de especificar. Descrição rigorosa e minuciosa das características que um material, uma obra ou serviço deverão apresentar (Houaiss, 2001, Ferreira, 1999).

2.2.6 - Ato jurídico

Todo ato lícito que tenha o objetivo imediato de adquirir, resguardar, transferir, modificar ou extinguir direitos (Silva, 2000).

2.2.7 - Fato Jurídico

Todo fato capaz de gerar direitos, transforma-los ou modifica-los e extingui-los (Silva, 2000).

2.2.8 - Ato jurisdicional

Todo o ato emanado de autoridade judiciária (Silva, 2000).

O ato quer dizer toda ação, obra ou fato que gera da vontade humana, enquanto fato quer dizer tudo que possa ser feito ou acontecer, seja dependente ou independente da vontade humana.

3. METODOLOGIA, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO PARA ANÁLISE DE ALGUNS PARÂMETROS NORMATIVOS

3.1 - EXPERIMENTO

Montou-se uma rede de oito pontos distribuídos e materializados no município de Santiago, RS (figura 1), distribuídos em 4 direções, aqui chamadas de radiais. Realizaram-se sessões de rastreo de 210 minutos de duração em cada uma, usando-se como base um ponto central e oficial do SGB e um ponto intermediário, também rastreado a partir dele, formando diferentes situações de comprimento de linhas de base. Todos os pontos ficaram, portanto, georreferenciados ao SGB. Os dados foram gravados para posterior descarga e processamento em 3 diferentes programas comerciais para a detecção de possíveis erros ou falhas nesses programas.

Os marcos foram instalados de forma que um ficasse estabelecido próximo à divisa do município e outro aproximadamente na metade da distância entre ele e a base oficial. Utilizando-se cartas na escala 1:50000 do Mapeamento Sistemático Brasileiro (MSB) e um receptor GPS de navegação, fez-se a exploração detalhada da área, objetivando a localização dos pontos para o estabelecimento dos marcos.

Em cada radial formaram-se 3 linhas de base. Duas delas têm como referência o marco SAT 91988 as quais, para efeito de esquematização do processamento, chamaram-se bases longas, embora somente a linha envolvendo o marco extremo possa ser considerada como tal. A outra linha de base é formada pelo ponto intermediário e o ponto extremo, tendo como referência o primeiro, a qual foi denominada de base curta (figura 1).

3.2 - COLETA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

O modo de posicionamento utilizado foi o relativo estático com sessões de 210 minutos de duração com intervalo entre épocas de 1 segundo. Os dois receptores utilizados foram da marca Ashtech, modelo Reliance, com frequência L1 e código C/A.

Os dados foram coletados no programa computacional Reliance, da empresa ASHTECH, armazenados em arquivos com formato do fabricante e posteriormente convertidos para o formato RINEX versão 2, sendo processados nos programas:

- Spectrum Survey versão 1.2 da Sokkia - Programa I
- Spectrum Survey versão 3.2 da Sokkia - Programa II
- SKI – PRO da Leica - Programa III

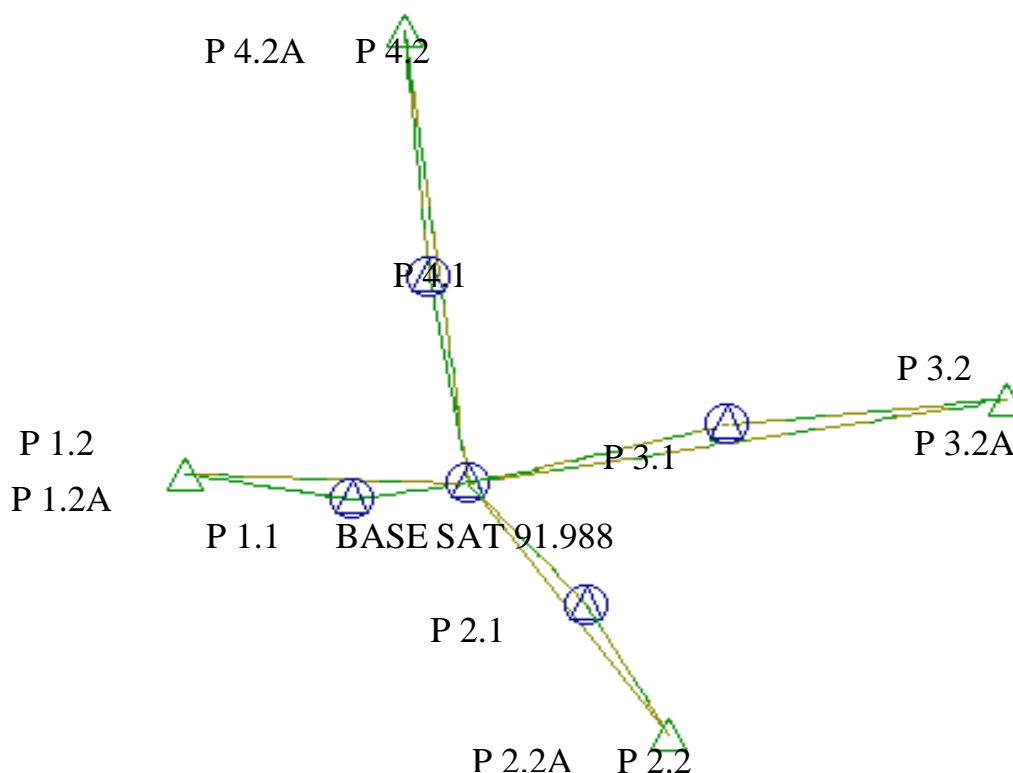


Figura 1 – Distribuição dos vértices do experimento.

Fonte: AUTOR (2004)

De uma forma geral os três programas utilizados oferecem os mesmos itens de saída para a análise da qualidade do posicionamento, ou seja, a estatística do processamento, formada por:

- “Ratio”;
- Desvio padrão dos componentes do vetor linha de base;
- Informações sobre as soluções, se foram feitas por fase da portadora ou código;
- Número de observações realizadas e as utilizadas no processamento;
- Número, tempo e identificação dos satélites utilizados;
- Matriz de covariância das coordenadas finais ajustadas para a solução do ponto do usuário.

Os parâmetros analisados para verificar a qualidade dos levantamentos foram o desvio-padrão dos componentes das linhas de base e a solução das ambigüidades. Nesse último item, analisou-se a razão entre a variância da unidade de peso *a posteriori* do vetor das ambigüidades estimadas como inteiras que produziu o menor valor para esse item, e variância da unidade de peso *a posteriori* do vetor das ambigüidades estimadas como inteiras que produziu o segundo menor valor para esse item, geralmente chamada “ratio” nos programas comerciais.

4. RESULTADOS

4.1 - COORDENADAS ESTIMADAS

Mostra-se a seguir, na tabela 1, os resultados das latitudes estimadas dos pontos a partir de cada programa bem como as discrepâncias entre eles. Na tabela 2 mostram-se as discrepâncias nas distâncias inclinadas de cada linha de base processadas nos diferentes programas. Esses resultados permitem a verificação de eventuais problemas entre os programas.

4.2 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS DADOS

Elaborou-se e analisou-se também os relatórios de saída do programa Sokkia Spectrum Survey versão 1.20, utilizado para verificação, em formato original, contendo valores de desvio-padrão das linhas de base e o parâmetro de análise da solução das ambigüidades ("*ratio*"), para cada linha de base.

TABELA 01 – Discrepâncias entre resultados dos programas nas latitudes calculadas, em segundos

LATITUDES						
Pontos	Programa I	I – II	Programa II	II – III	Programa III	I - III
	Φ	Discrep.	Φ	Discrep.	Φ	Discrep.
1.1	- 29° 12' 21,97362"	0,00006"	- 29° 12' 21,97356"	0,00010"	- 29° 12' 21,97366"	0,00004"
1.2	- 29° 11' 19,04941"	0,00046"	- 29° 11' 19,04987"	0,17335"	- 29° 11' 19,22322"	0,17381"
1.2 A	- 29° 11' 19,04932"	0,00017"	- 29° 11' 19,04915"	0,21585"	- 29° 11' 19,26500"	0,21568"
2.1	- 29° 17' 06,81729"	0,00055"	- 29° 17' 06,81784"	0,00055"	- 29° 17' 06,81729"	0,00000"
2.2	- 29° 22' 59,97245"	0,00028"	- 29° 22' 59,97217"	0,00435"	- 29° 22' 59,96782"	0,00463"
2.2 A	- 29° 22' 59, 97325"	0,00347"	- 29° 22' 59,97672"	0,00361"	- 29° 22' 59,97311"	0,00014"
3.1	- 29° 08' 35,62628"	0,00251"	- 29° 08' 35,62879"	0,00260"	- 29° 08' 35,62619"	0,00009"
3.2	- 29° 07' 08,81139"	0,00178"	- 29° 07' 08,80961"	0,00056"	- 29° 07' 08,81017"	0,00122"
3.2 A	- 29° 07' 08,80888"	0,00250"	- 29° 07' 08,81138"	0,02233"	- 29° 07' 08,83371"	0,02483"
4.1	- 29° 01' 55,84957"	0,00026"	- 29° 01' 55,84931"	0,00013"	- 29° 01' 55,84944"	0,00013"
4.2	- 28° 50' 29,86912"	0,00060"	- 28° 50' 29,86972"	0,00035"	- 28° 50' 29,86937"	0,00025"
4.2 A	- 28° 50' 29,86803"	0,00030"	- 28° 50' 29,86773"	0,02423"	- 28° 50' 29,89196"	0,02393"

Fonte: AUTOR (2004)

TABELA 2 – Discrepâncias nas distâncias inclinadas resultante dos diferentes programas (m)

Pontos	Programas I – II	Programas II – III	Programas I - III
SAT - 1.1	0,0020	0,0029	0,0049
SAT - 1.2	0,0290	0,0028	0,0078
1.1 – 1.2 A	0,0130	0,0200	0,0070
SAT - 2.1	0,0200	0,0246	0,0046
SAT - 2.2	0,0350	0,5283	0,4933
2.1 – 2.2 A	0,0740	0,0814	0,0074
SAT - 3.1	0,0340	0,0181	0,0159
SAT - 3.2	0,0560	0,0075	0,0485
3.1 – 3.2 A	0,0990	0,0398	0,0592
SAT - 4.1	0,0060	0,0017	0,0043
SAT - 4.2	0,0140	0,0125	0,0015
4.1 – 4.2 A	0,0080	0,0257	0,0177

Fonte: AUTOR (2004)

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS, ANÁLISE DAS NORMAS E SUGESTÕES

5.1 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO

Na tabela 1 (latitudes), observa-se discrepância a nível de metro entre os programas Sokkia e Leica nos pontos 1.2 e 1.2A, que são o mesmo ponto rastreados de bases diferentes. Essas discrepâncias não ocorreram entre as diferentes versões do programa Spectrum da Sokkia, podendo serem atribuídas a peculiaridades dos programas no cálculo das coordenadas (matriz de pesos, por exemplo), mas para os outros pontos do experimento essas diferenças não foram observadas. Em ambos os pontos houve perda de ciclos, que também ocorreram nos pontos 2.1 e 2.2A, sem a ocorrência dessas discrepâncias, o que pressupõem um bom desempenho de ambos os programas nessa função, o mesmo valendo para alguns satélites que ficaram abaixo do ângulo de máscara, mas por um período de tempo muito curto em relação ao total da sessão (cerca de 1,5%). O mais provável de ter ocorrido é um problema de multicaminho por um refletor em condição peculiar de posição em relação à antena GPS. Nesse caso, o tratamento dado ao problema por ambos os programas de processamento foi diferente, conduzindo a resultados discrepantes. Isso se deve ao fato de que a tecnologia interna anti-multicaminho dos receptores pode variar em função do grau de avanço tecnológico do aparelho, resultado de muitas pesquisas nos últimos anos, o que pode ter se refletido nos respectivos programas de processamento. Observam-se discrepâncias em nível de decímetro nos pontos 2.2, 3.2A e 4.2A sendo que, nos demais pontos, as discrepâncias ficaram em nível de centímetro ou menor. Pelos pequenos comprimentos das linhas de base, credita-se essa variação a algum procedimento interno do programa para aquelas condições de rasteio.

5.2 - ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS DADOS

Como era de se esperar, os maiores desvios padrões ocorreram nos pontos onde as ambigüidades não foram fixadas. Da mesma forma, os maiores valores para o “*ratio*” não ocorreram nas maiores linhas de base, porém houve linhas de base nas quais se poderia esperar um valor maior para ele, como é o caso da 2.2A, da 3.1 e da 4.2A. Chama atenção o fato da ambigüidade não ter sido fixada para os pontos 1.2, 2.2, 3.2A e 4.2 quando o foi para o ponto 3.2, que é a maior linha de base do experimento, com “*ratio*” de 1,24, mas rms de 0,008 m para a posição. A explicação para essas inconsistências nos dados encontra amplo respaldo na bibliografia especializada (Hofmann Wellenhoff, 1992; Farret, 2000; Monico, 2000). Sabe-se que a solução de ambigüidades está diretamente relacionada a fatores como a tecnologia interna dos receptores, condições locais da antena e multicaminho. Isso faz com que a relação entre o comprimento da linha de base e a duração das sessões não seja tão linear e determinística como proposto, por exemplo, por Hofmann Wellenhoff (1992, p.150) para receptores de uma frequência. Semelhante indicação é dada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nas Especificações e Normas Gerais para Levantamentos GPS. Observa-se, porém, valores altos de “*ratio*” como indicadores de boa condição de solução das ambigüidades e, portanto, de baixos valores para o rms das coordenadas calculadas (Monico, 2000; Hofmann Wellenhoff, 1992).

Observou-se que, nos casos de baixos valores de “*ratio*” uma boa prática é a verificação dos satélites com valores de ambigüidades de difícil fixação como inteiras, ou seja, próximos de meio ciclo. A eliminação desses satélites no processamento pode elevar consideravelmente os valores de “*ratio*”.

5.3 - ANÁLISE DE ITENS NORMATIVOS E SUGESTÕES

Para facilitar o entendimento, cada item normativo analisado será composto de 2 parágrafos: um para a descrição do item normativo analisado e outro para as sugestões em si. Em cada caso cita-se a página da Norma onde se encontra o item analisado.

5.3.3 - Análise da Norma Técnica para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais – INCRA

A edição preliminar dessa norma levantou várias dúvidas no meio docente do Setor de Geodésia e Topografia quanto ao conteúdo que se julgou, em alguns pontos, inadequados ou incorretos. No sentido de oficializar o esclarecimento das dúvidas surgidas, o Setor de Geodésia e Topografia da UFSM solicitou encaminhamento formal institucional, ao INCRA, no sentido de dirimir as dúvidas surgidas, sempre no intuito da qualidade da formação dos futuros egressos da Instituição, uma vez que os mesmos sairão habilitados ao exercício do georreferenciamento. O encaminhamento desse documento foi feito pelo magnífico reitor da UFSM, Prof. Dr. Paulo Jorge Sarkis, explicitando todos os itens solicitados para esclarecimento. Até a edição do presente trabalho não havia-se recebido resposta, as quais poderiam fazer parte desse trabalho, contribuindo com aspectos aqui analisados.

5.3.3.1 - Item 4.3.2.3

Diz que a determinação de pontos de controle básico (página 17), deve ser feita utilizando-se apenas a técnica de posicionamento relativo, através da correlação da fase de batimento das ondas portadoras. Faz ainda a relação do termo diferencial com a correlação entre códigos.

Por haver divergência na bibliografia, os termos diferenciais e relativos poderiam ser evitados, bem como a determinação do uso do relativo, pois existem técnicas avançadas de correlação de códigos das quais pode resultar posicionamento de alta precisão. Esse item tem caráter apenas informativo e, portanto, é desnecessário.

5.3.3.2 - Item 4.3.2.3.1

Diz que as especificações apresentadas se referem ao modo relativo estático (página 17), que o usuário deve estar familiarizado com as configurações do fabricante e que, em caso de conflito, essas últimas devem ser seguidas, devendo as mesmas serem encaminhadas ao INCRA para esclarecimentos. Determina ainda o uso de, pelo menos, duas estações ativas, por exemplo, as da RBMC (3 vértices e 2 vetores) e que o programa deve ser capaz de processar fases.

A recomendação de seguir determinações do fabricante parece ser resultado do excesso de restrição da norma, mas sem o devido domínio, por parte da instituição fiscalizadora, a qual deve exigir

especificações técnicas mínimas de qualidade a ser seguida pelos fabricantes, principalmente para antenas e receptores, e não o contrário, ou seja, o fabricante não pode pautar a norma.

5.3.3.3 - Item 4.3.2.3.1

Quanto à relação entre o tempo de ocupação e a distância da linha de base (página 18), prescreve que o tempo de ocupação mínimo em cada vértice para uma distância menor que 20 km é de 30^m para observáveis L1 ou L1/L2 e devendo-se esperar a fixação das ambigüidades nas duplas diferenças. Para distâncias entre 20 a 50 km, esse tempo é de 120 minutos para observáveis L1/L2 com soluções esperadas também de fixação das ambigüidades das duplas diferenças. Para distâncias maiores que 100 km, a sessão deve ser de, pelo menos, 240 minutos, também com observáveis L1/L2, devendo-se esperar uma solução "float" para as duplas diferenças.

Não parece uma boa prática a vinculação dessas grandezas entre si com tipo de solução possível no processamento dos dados, até porque a norma estabelece uma discrepância menor que 0,50 m. A relação entre o comprimento da linha de base, o tempo de rastreo e a solução alcançada não é linear, como sugere a norma, devendo outras peculiaridades serem consideradas, especialmente em termos de tecnologia do receptor.

5.3.3.4 - Item 4.3.2.3.1

Em relação ao GDOP (página 18), recomenda que o mesmo deve ser menor que 8 durante o período de rastreo, porém que sejam obedecidas as recomendações dos fabricantes de receptores, pois esse fator é utilizado para solução das ambigüidades.

Não faz sentido a determinação de GDOP, principalmente em um valor tão elevado, uma vez que a relação desse fator com a qualidade do levantamento também não é linear como supõe a norma, principalmente no valor estabelecido, excessivamente tolerável em termos de filtro.

5.3.3.5 - Item 4.3.2.3.1

Quanto ao número mínimo de satélites rastreados simultaneamente (página 18), essa norma determina quatro, sendo desejáveis cinco ou mais.

Também não faz sentido a fixação do número de satélites rastreados, pois a mesma tem relação direta com o item anterior, sendo impossível atingir níveis satisfatórios de GDOP com baixo número de satélites rastreados, ou seja, deve-se fixar somente um deles, preferencialmente GDOP. Além disso, a exigência mínima de 4 satélites é uma exigência técnica do sistema, e não normativa, pois com menos de 4 satélites é impossível de se obter solução tridimensional.

5.3.3.6 - Item 4.3.2.3.1

Em relação ao ângulo de máscara (página 18), determina um mínimo de 15°.

Não há segurança técnica e científica para afirmar que o ângulo de 15°, com menor número de satélites rastreados, seja melhor do que um ângulo de 10°, com um número maior de satélites. Essa exigência deve, pelo menos, admitir o valor menor, que é 10°, ou ser suprimida, remetendo o controle da qualidade para os parâmetros de precisão, como os analisados neste trabalho.

5.3.3.7 - Item 4.3.2.3.1

Quanto aos intervalos de observação (página 18), a norma preconiza um intervalo de até 15 segundos, podendo ser modificado se diferir do intervalo na estação de referência.

Item totalmente desnecessário, pois são óbvias as necessidades de coincidência entre as épocas do usuário e a estação de referência, ou seja, essa também é uma exigência técnica e não normativa. Além disso, a recomendação de intervalos grandes não faz sentido técnico, pois intervalos curtos não são piores para o posicionamento. Esse fator, porém, tem implicações práticas, pois é dependente da capacidade de memória do coletor de dados, o que é mais um motivo para não ser regulado.

5.3.3.8 - Item 4.3.2.3.1

Quanto aos receptores na mesma sessão (página 18), permite o uso de equipamentos de marcas diferentes, desde que os dados obtidos sejam convertidos para o formato de intercâmbio RINEX, versão 2, e

que os programas de pós-processamento sejam capazes de decodificar este formato, transformando-o no formato do proprietário e vice-versa.

Recomendação também desnecessária, por ser óbvio que os dados só podem estar num formato que o programa de processamento decodifique-os, caso contrário eles devem ser convertidos para esse formato. Nesse caso, é também óbvio que os programas comerciais devem ter a capacidade de transformar o seu formato de saída nativo no formato comum (Rinex). Ou seja, trata-se de mais uma exigência técnica e não normativa. Além disso, a exigência da versão 2 do formato Rinex também não parece necessária, uma vez que o acréscimo dessa versão em relação à anterior é a capacidade do acréscimo de satélites do sistema Glonass, pois a norma não faz exigência que os receptores utilizados tenham a capacidade de rastrear os satélites desse sistema. Além disso, o GPS tem autonomia em espaço e tempo sobre a Terra, e os satélites Glonass apenas servem, pelo menos enquanto são em número muito reduzido, para aumentar os graus de liberdade no ajustamento e cálculo das coordenadas do receptor. Interessante é a determinação de envio ao INCRA dos arquivos Rinex, pois permite o reprocessamento do trabalho em caso de necessidade de verificação. Porém a exigência do envio dos dados no formato nativo é desnecessário.

5.3.3.9 - Item 4.3.2.3.1

Em relação à solução apresentada (página 18), a norma recomenda a fixação de inteiros, desde que respeitados os limites citados no item 2.3.3.4.

A recomendação da solução com fixação de inteiros e a exigência de desvio padrão máximo para a linha de base processada é desnecessária, pois as mesmas estão relacionadas. Sabendo-se que se o tempo de ocupação for curto, dependendo do comprimento da linha de base, pode não haver solução satisfatória. A norma, em vez de recomendar, deve exigir a fixação de inteiros (por se tratar de ambigüidades), ou suprimir esse item. Também não faz sentido a listagem de outros parâmetros resultantes de ajustamento sem a determinação de valores mínimos.

5.3.3.10 - Item 4.4.1

Quanto a nivelamento com GPS (páginas 18 e 19), a norma diz que as altitudes determinadas e as transportadas com GPS têm precisão inferior ao das coordenadas planimétricas. Cita como causa disso fatores geométricos inerentes à configuração dos satélites e ao fato de haver variáveis geofísicas, interferindo no transporte de altitudes ortométricas.

A imprecisão do transporte de alturas elipsoidais (únicas possíveis com GPS) é devido, principalmente, ao problema da ionosfera, não citado na norma, (Seeber, 1993; Parkinson, 1996; Wells, 1987) sendo que a norma faz relação de fatores geométricos do satélite com o transporte de altitudes ortométricas, o que é errado, uma vez que não é possível fazer transporte direto de altitudes ortométrica com GPS.

5.3.3.11 - Item 4.4.2

A norma diz que a altitude ortométrica (página 19), tem ligação intrínseca com o campo de gravidade e, portanto, tem um comportamento não definido matematicamente.

A norma erra ao afirmar que a altitude ortométrica não tem comportamento matematicamente definido. A definição matemática da altitude ortométrica encontra-se, por exemplo, em Torge (2001, p. 82):

$$H = \frac{C}{g}, \quad \bar{g} = \frac{1}{H} \int_0^H g dH \quad (1)$$

onde:

H : Altitude ortométrica;

\bar{g} : Gravidade média ao longo da linha vertical;

C : É o número geopotencial que pode ser determinado a partir de medições de gravidade e nivelamento geométrico entre dois pontos;

dH : Diferencial da altitude.

5.3.3.12 - Item 4.4.2

Com relação à acurácia do transporte da altitude ortométrica, a norma diz (página 19) que, devido às ondulações geoidais serem obtidas com acurácia relativa de 10 mm/km, o nivelamento diferencial com GPS deve garantir no máximo esse nível de acurácia ao nível de confiança de 68 %.

A norma deve citar a fonte de obtenção da acurácia de ondulações geoidais relativas de 10 mm por km, pois para o Brasil esses valores são duvidosos, já que o país ainda não dispõe de dados gravimétricos suficientes em todo o seu território. A acurácia geoidal relativa de poucos centímetros é obtida em áreas bem cobertas por dados de alta resolução (Torge, 2001, p. 281).

5.3.3.13 - Item 4.5

Quanto ao levantamento de perímetros (página 20), a norma diz que nos levantamentos realizados por GPS, associados ou não, a precisão posicional é verificada pelo resultado do ajustamento vetorial (Método dos Mínimos Quadrados), que pode ser proporcionado pelo respectivo módulo de ajustamento dos próprios programas de processamento dos dados ou programas específicos. Cita ainda que, nos levantamentos convencionais e mistos, deve ser empregado pelo menos o ajustamento por compensação de erros angulares e lineares de fechamento, sendo desejável o ajuste por mínimos quadrados.

A expressão “ajustamento vetorial” deve ser substituída pela expressão “ajustamento pelo método dos mínimos quadrados” (ou então por outro método). O ajustamento pelo método dos mínimos quadrados, não necessariamente, é efetuado na forma matricial. Ainda no mesmo item o uso da expressão “ajustamento por compensação” é totalmente errado do ponto de vista técnico e científico por se tratar de coisas absolutamente excludentes, ou seja, a compensação é uma distribuição simples de erros usada quando, por um motivo ou outro, não se usou o ajustamento das medidas, que obedece a critérios estatísticos.

5.3.3.14 - Item 4.5.3

Com relação à classificação de levantamentos (página 23), classifica os mesmos naqueles feitos com GPS1, GPS2, GPS3 e GPS4, bem como, cita algumas denominações “populares” como GPS Topográfico, GPS Geodésico, GPS Geodésico de uma frequência, GPS Geodésico L1, GPS Geodésico de dupla frequência, GPS Geodésico L1 L2 e GPS RTK.

Não foi encontrado respaldo técnico nem científico para as expressões citadas, devendo as fontes serem citadas para orientação dos usuários como é mais adequado para uma norma.

5.3.3.15 - Item 4.5.3.3.1

Com relação à precisão em levantamentos com GPS3 (página 24), fala em precisão após processamento *off-line*, citando o valor de 20 mm a 1 m + 3 ppm (68,7 %).

Há necessidade de explicitar o significado da expressão “*off-line*”, cuja citação em língua estrangeira é inadequada para uma norma.

5.3.3.16 - Item 4.5.3.3.3

Cita algumas condições para obtenção da precisão referida no item anterior, como PDOP máximo menor que 6 (página 24), SNR mínima maior que 6, ângulo de máscara de 15°, intervalo de gravação de 5 segundos e receptores com um mínimo de 6 canais independentes.

Todos os itens citados têm intrínseca relação entre si (como, por exemplo, a elevação dos satélites e a SNR), motivo pelo qual fixar valores para todos eles de forma única é um tanto desnecessário. Dessa forma, pode-se não conseguir valores simultâneos entre dois ou mais itens. Intervalo de gravação de 5 segundos também não parece o mais adequado, pois intervalos menores podem proporcionar a mesma precisão com menor tempo de ocupação, aumentando o rendimento de campo. Nesses casos, a norma deveria exigir valores mínimos para os parâmetros realmente indicativos da qualidade do trabalho, independentemente das condições com as quais fossem obtidas. Como está, a norma sugere essas condições de trabalho possíveis para se chegar à precisão desejada, o que não é função da norma, e acaba por restringir a norma e a atividade do usuário.

5.3.3.17 - Item 4.5.3.4

No caso de levantamentos com GPS4 (página 24), faz as mesmas considerações e prescrições do caso anterior (GPS3). Cita precisão de 20 mm + 2 ppm (68,7 %) , distância máxima tolerável da estação base igual a 15 km para RTK, PDOP máximo menor que 6, SNR mínima maior que 8, ângulo de máscara de 15°, intervalo de gravação de 1 ou 2 segundos e receptores com um mínimo de 8 canais independentes.

Quanto à lista de parâmetros, valem as considerações feitas no item anterior. A limitação de 15 km para o RTK na linha de base é desnecessária, pois limita a evolução da tecnologia de transmissão dos dados. Da mesma forma o intervalo de gravação de 1 ou 2 segundos, que deve conter somente o limite máximo tolerado. Novamente há a inconveniência da expressão “*off-line*” e há a exigência óbvia de processar fases, que é uma característica do RTK.

5.3.3.18 - Item 4.5.3.5.1

No posicionamento relativo estático rápido (página 25), diz que a linha de base máxima é de 15 km, devem ser seguidos os períodos de rastreamento indicados pelos fabricantes, armazenar 5^m de dados íntegros dependendo do comprimento da linha de base e do número de satélites, intervalo de gravação de 10 segundos, podendo ser reduzido para 5 segundos.

Determina armazenar 5^m de dados mas, provavelmente, querendo se referir a minutos, e dizendo que devem ser seguidos os períodos indicados pelos fabricantes, o que é uma incoerência, pois a norma deve pautar a indústria, e não o contrário. Também vincula esse valor ao comprimento da linha de base, número de satélites e intervalo de gravação de 10 segundos, podendo ser reduzido para 5 segundos, que também não faz sentido, pois deve ser citada somente a tolerância máxima, porque a possibilidade de uso de uma situação melhor é óbvia. A determinação de solução das ambigüidades inteiras é o único fator que poderia estar presente nesse item, pois é indicativo da qualidade do trabalho e é consequência da conjugação dos demais em determinadas condições. Essas observações valem também para o posicionamento pseudo-estático.

5.3.3.19 - Item 4.6

Na avaliação do georreferenciamento (página 26), diz que os vértices comuns a dois ou mais imóveis cujas coordenadas já tenham sido certificadas pelo INCRA, permitirão obter a precisão nas observações e a acurácia atingida na sua determinação. Diz também, que esta avaliação será realizada com base na análise dos parâmetros estatísticos dos ajustamentos das coordenadas, obtidas em todos os vértices do imóvel e demais procedimentos da norma.

A norma da forma como está escrita, torna difícil o trabalho de verificação da precisão das coordenadas e das prescrições feitas para os levantamentos, ou seja, é possível em muitos casos obter a precisão posicional preconizada sem a observância simultânea de todos parâmetros fixados. O contrário é verdadeiro, ou seja, é possível observar todos os itens realizados e, mesmo assim, haver problemas no posicionamento.

5.3.3.20 - Item 4.6.2

Quanto ao procedimento do profissional (página 26), a norma recomenda que em levantamento de vértices comuns a imóveis contíguos, o levantamento deve ser feito em todos os pontos, mesmo os já certificados.

Se o vértice já foi certificado, pressupondo, portanto, estar de acordo com a precisão desejada, qual o motivo de ocupá-lo novamente em outra medição? Isso acarreta dispêndio de recursos e de tempo desnecessários, até porque o INCRA determina que, mesmo no caso da nova medição ter melhores resultados que o do marco certificado, deve-se abandonar a determinação. Será isso que o legislador quis dizer nas linhas 16 e 17 da página 27 da norma? A reocupação somente se justifica se pudesse servir para uma eventual verificação também do marco já certificado. Reconhece-se, neste caso, a dificuldade operacional de alterar valores de coordenadas já legalmente registradas. Uma sugestão seria o registro dos pontos somente por código, podendo as coordenadas serem alteradas quando houver comprovação de melhor resultado.

5.3.3.21 - Item 4.6.2

Nos vértices comuns (página 27), a discrepância encontrada em relação aos vértices já certificados não poderá ser maior do que 50 cm.

Este item apresenta um grave problema em sua formulação que é o fato de o geomensor ter que usar a coordenada já certificada como verificação da qualidade do seu trabalho, com uma tolerância entre vértices comuns não superior a 50 cm. Nesse caso, a norma passa a ter como base de acurácia, para o posicionamento em relação ao SGB, o marco que, apesar de certificado pelo INCRA, já tem embutido na sua posição uma incerteza de até 50 cm. A gravidade desse item reside no fato de que o ponto determinado por último pode estar com mais de 50 cm de discrepância em relação ao vértice já certificado e, mesmo assim, estar dentro da tolerância em relação ao SGB, ou até melhor que esse ou, ainda, os dois podem estar dentro dessa tolerância em relação ao SGB.

Há ainda a falta de expressão analítica do erro posicional, como convém em uma norma. Veress (1973, p. 438) e Chrzanowski (1977, Part V) exprimem o desvio padrão de uma posição σ_p com a fórmula:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} \quad (2)$$

onde:

σ_x^2 : Variância da coordenada X e σ_y^2 é a variância da coordenada Y.

5.3.3.22 - Item 4.6.2

Em relação ao item anterior (página 27), mesmo que o erro encontrado tenha sido melhor que o valor permitido (menor que 0,50 m), o profissional credenciado deverá abandonar a sua determinação e adotar as coordenadas dos pontos comuns, já certificadas, em todos os cálculos de área, distância e azimute, além da redação do memorial descritivo.

Pelos motivos expostos no item anterior, a determinação de abandono de um trabalho realizado com demonstração de valores seguros para parâmetros de precisão confiáveis, configura um absurdo científico e técnico, além do que, comprometedor da seriedade e viabilidade do sistema. É de se perguntar, como fica um caso de não coincidência de valores em que o profissional e o contratante, cientes da qualidade do trabalho realizado, não aceitem o valor imposto para o registro do imóvel? Não estará o sistema de cadastro sujeito à ação judicial por interferir num direito elementar do cidadão de ter registrado o valor mais correto para o seu imóvel?

Item 5.3.4 - Da decisão PL-0633

Esta decisão plenária discrimina os profissionais da área tecnológica, considerados habilitados pelos cursos de graduação, para assumir responsabilidade técnica dos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais para efeito do CNIR. Também determina os conteúdos formativos necessários à habilitação, que são: Topografia aplicada ao georreferenciamento, Cartografia, Sistemas de referência, Projeções cartográficas, Ajustamentos e Métodos e Medidas de Posicionamento Geodésico. Ela ainda determina que aqueles profissionais considerados não habilitados poderão habilitar-se, realizando cursos de formação continuada, especialização ou pós-graduação, ou ainda, comprovando experiência profissional específica na área.

Esse documento não é claro em muitos pontos, especialmente na definição de conteúdos formativos (a começar por essa terminologia) para a formação que habilita em georreferenciamento. Quanto a esses itens, o Setor de Geodésia e Topografia da UFSM solicitou encaminhamento formal institucional ao CONFEA no sentido de oficializar o questionamento das dúvidas surgidas por docentes quanto a como melhor preparar os futuros egressos da Instituição, o qual foi encaminhado pelo magnífico reitor da UFSM, Prof. Dr. Paulo Jorge Sarkis, explicitando todos os itens solicitados. Até a edição do presente trabalho ainda não se havia recebido resposta, a qual poderia ser esclarecedora de aspectos aqui analisados. Além disso, ao definir a comprovação da experiência profissional para conferir habilitação através de acervo técnico, a PL-0633 incorre em incoerência normativa, pois se o profissional técnico não possuía em época anterior habilitação para georreferenciamento (mais especificamente Geodésia, que engloba a atividade de georreferenciamento) como ele pode comprovar acervo técnico nessa atividade? Estaria incorrendo em exercício ilegal da profissão? Nesse caso, ele é passível de promoção (concedendo-lhe a habilitação para a atividade) ou punição? Da mesma forma, ao definir habilitação por diploma de pós-graduação na área, mesmo para profissionais fora da modalidade de Agrimensura, ocorre transgressão, pois define a Resolução

335/89 que essa prática somente pode ocorrer para a mesma modalidade. Demais análises fogem ao escopo do presente trabalho.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

É característica marcante da Normas analisada o excesso de sugestões de procedimentos técnicos profissionais de levantamento e processamento, o que não é finalidade de uma norma. Esta deve se ater a definir parâmetros confiáveis para a qualidade dos levantamentos e dos processamentos, bem como determinar valores mínimos exigidos para esses parâmetros. Ficaria assim a critério do profissional a forma de obter essas condições, fazendo com que os profissionais, indústria e escolas se adequassem às exigências, e não o contrário. Da forma como estão, as normas parecem ter sido resultado de uma adequação das condições profissionais para a execução dos trabalhos. Mais ainda, o excesso de sugestões parece ser uma tentativa de suprir deficiências de informação. Como a gama de situações possíveis para obtenção de determinadas condições de precisão é muito diversa, a Normas acaba por restringir a atividade profissional. Sugere-se uma redução das mesmas a níveis mínimos de precisão, exigidos para a finalidade proposta, definindo parâmetros de qualidade a serem oferecidos pelos programas comerciais e a demonstração da metodologia utilizada na formulação dos mesmos. Um exemplo disso seria exigir, para certas classes de levantamentos, a solução das ambigüidades inteiras com um valor mínimo de *ratio* e valor máximo de rms da posição, além de resultados de saída de ajustamento e processamento como queda de ciclos e problemas de relógio. Outra exigência importante para os casos de trabalhos em que a solução por fase não se faz necessária, seria a verificação da qualidade com a demonstração explícita do significado matemático de termos comerciais, muitas vezes em língua estrangeira, como: “Hprecision”, “Position Quality” e outros. Isso possibilitaria uma análise séria da qualidade do trabalho, pois traduzem as condições em que o mesmo foi realizado. Um avanço maior ainda seria a determinação da saída de valores próprios do processo de ajustamento como, por exemplo, a matriz de coeficientes ou derivadas parciais. Em suma, a Normas como está parece mais um guia, manual ou roteiro de procedimentos a serem seguidos, do que objetivos a serem alcançados. Uma norma técnico-científica deve ser redigida de forma a primar pelo “strictus sensus” dos termos usados, garantindo a especificidade dos mesmos e não a forma “latus sensus”, como predomina na Norma aqui analisada como de resto nas normas brasileiras em geral.

Sugere-se que outros trabalhos dessa natureza sejam realizados por outros pesquisadores da área, de forma a contribuir com aspectos que tenham deixado espaço para uma melhor análise ou uma abordagem mais completa. O mesmo sugere-se para outros aspectos normativos que não os relacionados diretamente a GPS.

Para futuras revisões da Norma e do conjunto de procedimentos para o registro público de terras, fica a sugestão do registro por código dos pontos, sem a informação de coordenadas, uma vez que ele é único no novo cadastro proposto pelo INCRA. Isso possibilitaria a alteração das mesmas quando ficasse comprovado problema em trabalhos anteriores, não sendo o profissional obrigado a abandonar o resultado do seu trabalho mesmo ele sendo comprovadamente melhor que o já certificado.

Finalmente, como objeto de reflexão para futuros trabalhos e revisões normativas deixa-se a idéia da simplificação e da unificação de todas as normas atualmente esparsas em diferentes órgãos e finalidades, em um documento único elaborado pelo organismo que tem como função precípua normatizar procedimentos técnicos, que é o caso da ABNT. Dessa forma, organismos que atualmente editam normas para regular determinados procedimentos técnicos (INCRA e IBGE, por exemplo) poderiam simplesmente se reportar a itens específicos da norma geral, conforme a finalidade do trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. **Decreto 4.449/2002**. Regulamenta a Lei nº 10.267/2001. Brasília, ed DOU, 2001.
2. BRASIL. **Lei 10.267/2001**. Altera dispositivos de leis anteriores e Cria o CNIR. Brasília, ed DOU, 2001.
3. CHRZANOWSKI, A. **Design and Error Analysis of Surveying Projects**. University of New Brunswick. Fredericton. Department of Surveying Engineering. 1977, (Lecture Notes).
4. CONFEA - **PL 0024/2003** Consulta feita pelo INCRA a cerca dos profissionais habilitados para desenvolverem atividades definidas pela Lei nº 10267. Brasília, ed autor, 2003.
5. CONFEA - **PL 0633/2003** Reconsideração da PL 0024/2003 a cerca dos profissionais habilitados para desenvolverem as atividades definidas pela Lei 10267. Brasília, ed autor, 2003.
6. FARRET, J. C. **O Efeito do Multicaminho Estático nas Medidas da Fase das Portadoras GPS**. 2000. 132f. Tese (Doutorado Geodésia) – Universidade Federal do Paraná, 2000.
7. HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H. COLLINS, J. **Global Positioning System: Theory and Practice**. 3rd ed. New York: Springer, 1994.

8. HOUAISS, ANTÔNIO E VILLAR, MAURO DE SALLES: **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**, Rio de Janeiro: ed Objetiva, 2001
9. IBGE, RESOLUÇÃO - PR 05 **Especificações e Normas Gerais para levantamentos GPS (preliminares)**. Rio de Janeiro, ed autor, 1993.
10. INCRA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**, Aplicada a Lei 10.267/2001 e ao Decreto 4.449/2002. Brasília, ed autor, 2003.
11. MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS Descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: UNESP, 2000.
12. PARKINSON, B. W et al. **Global Positioning System: Theory and Applications**. 3. Washington, DC: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 1996. v 1.
13. SEEBER, G **Sattelite Geodesy – Foundations, Methods and Applications**. New York: Walter Gruyter, 1993.
14. SILVA, DE PLÁCIDO E. (2000). **Vocabulário Jurídico** 17 ed. Rio de Janeiro: Forence.
15. TORGE, W. **Geodesy**. 3rd ed. Berlin: de Gruyter, 2001.
16. VERESS, S. A. Measures of Accuracy for Analysis and Design of Survey. **Surveying and Mapping**, v. 33, n. 4, 1973, p. 435 - 442.
17. WELLS, D. et al. **Guide to GPS Positioning**. Fredericton: Canadian GPS Associates, 1987.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ABNT, NBR 13133; **Execução de levantamentos topográficos - Procedimento**. Rio de Janeiro, ed autor, 1994.
2. ABNT, NBR 14166; **Rede de Referência Cadastral - Procedimento**. Rio de Janeiro, ed autor, 1998.
3. FARRET, J. C. **Comentário da Lei 10267/2001**. Santa Maria: ed autor, 2003.
4. FARRET, J. C. **Notas de aula da disciplina de Levantamentos por Satélites**. Santa Maria, ed autor, 2002.
4. FARRET, J. C. **O Multicaminho no Sistema GPS**. Curitiba, 1999. 32f. Trabalho Acadêmico – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná.
5. Ferreira, Aurélio Buarque de Holanda **Novo Aurélio Século XXI**: Rio de Janeiro: Nova Fronteira, ed Nova Fronteira, 1999
6. IBGE, **Avaliação da Rede Estadual do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, ed autor, 2002.
7. IBGE, Instrução de Serviço preliminar **Verificação da Realidade do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB**. Rio de Janeiro, ed autor, 1994.
8. IBGE, Norma de Serviço do Diretor de Geociências n. 29 **Padronização de Marcos Geodésicos**. Rio de Janeiro, ed autor, 1989.
9. IBGE, RESOLUÇÃO - PR 22 **Especificações e normas gerais para levantamentos geodésicos**. Rio de Janeiro, ed autor, 1983.
10. LEICK, A. **GPS Satellite Surveying**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1990
11. MORAES, C. V. **Aplicação do ajustamento às poligonais**. Dissertação de mestrado: Ciências Geodésicas UFPR, Curitiba 1997
12. MORAES, C. V. **Contribuição às Normas Técnicas para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais (versão 3.16/set/2003)**. Santa Maria 2003. Disponível em <www.ufsm.br/geotopo>. Acesso em 12-2-2004.
13. MORAES, C. V. **Aprimoramento da concepção do modelo geodésico para a caracterização de estremas no espaço geométrico**. Tese de doutorado: Departamento de Geomática, Curitiba 2001
14. SAA, AGM e FAMURS **Rede Estadual de Pontos GPS do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, ed autor 2000.