MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA
Diretoria de Governança Fundiária
Coordenação Geral de Cartografia
Divisão de Geomensura

Aprovado pela Portaria Nº 2.502, de 22 de dezembro de 2022,
publicada no Diário Oficial da União no dia 23 de dezembro de 2022.

MANUAL TÉCNICO PARA GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS

2ª Edição
Brasília 2022

JAIR MESSIAS BOLSONARO
Presidente da República

MARCOS MONTES CORDEIRO
Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

GERALDO JOSÉ DA CAMARA FERREIRA DE MELO FILHO
Presidente do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

ELEUSA MARIA GUTEMBERG
Diretora de Governança Fundiária

JOSÉ DUMONT TEIXEIRA
Coordenador-Geral Substituto de Cartografia

EQUIPE RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO, REVISÃO E ATUALIZAÇÃO:

ACILAYNE FREITAS DE AQUINO
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheira Agrimensora

AILTON CARDOSO TRINDADE
Técnico em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Técnico em Agrimensura

CLÉSIO PIONORIO PEREIRA VILARONGA
Perito Federal Agrário – Engenheiro Agrônomo

DÉRISSON LISBÔA NOGUEIRA
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Agrimensor

DEUSIMAR FERREIRA DE FREITAS
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Agrimensor

FABIANO STALCHMIDT MATANÓ
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Cartógrafo

FERNANDO TOSHIAKI SAWADA
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Cartógrafo

HELIOMAR VASCONCELOS
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Agrimensor

KILDER JOSÉ BARBOSA
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Agrimensor

LUÍS FERNANDO ALMEIDA NUNES
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Cartógrafo

MARCELO JOSÉ PEREIRA DA CUNHA
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Agrimensor

MIGUEL PEDRO DA SILVA NETO
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Cartógrafo

OSCAR OSÉIAS DE OLIVEIRA
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Agrimensor

QUÊIDIMAR CRISTINA GUZZO RODRIGUES
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheira Agrimensora

RAMON CHAVES DE ARAÚJO
Perito Federal Agrário – Engenheiro Agrônomo

ROBERTO NERES QUIRINO DE OLIVEIRA
Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário – Engenheiro Cartógrafo

1 CONCEITOS GERAIS 9
1.1 INTRODUÇÃO 9
1.2 DEFINIÇÕES 10
1.2.1 Coordenadas cartesianas geocêntricas 10
1.2.2 Coordenadas cartesianas locais 10
1.2.3 Coordenadas geodésicas 10
1.2.4 Credenciado 10
1.2.5 Exatidão de limites 10
1.2.6 Imóvel rural 10
1.2.7 Informações posicionais 11
1.2.8 Precisão posicional absoluta 11
1.2.9 Profissional habilitado para execução de serviços de georreferenciamento 11
1.2.10 Sistema Geodésico Local 11
1.2.11 Vértice de limite 11
1.2.12 Sigef 11
1.2.13 SNCI 12
1.3 IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL RURAL 12
1.3.1 Descrição dos limites 12
1.3.2 Tipos de vértices 12
1.3.3 Codificação do vértice 12
1.3.4 Tipo de Limite 13
1.3.5 Codificação do Tipo de Limite 13
1.4 COORDENADAS DOS VÉRTICES 13
1.4.1 Determinação das coordenadas 13
1.4.2 Descrição das coordenadas 14
1.4.3 Precisão das coordenadas 14
1.4.4 Padrões de precisão 14
1.4.5 Descrição das precisões 14
1.4.6 Área 14

1.5 CREDENCIAMENTO 15
1.5.1 Procedimentos para credenciamento 15
1.5.2 Responsabilidade Técnica 16
1.5.3 Responsabilidade pela comunicação ao proprietário 16
1.6 CADASTRAMENTO DE OFICIAIS DE REGISTRO 16
1.7 GESTÃO DA CERTIFICAÇÃO 16
2 LIMITES E CONFRONTAÇÕES 18
2.1 DEFINIÇÕES 18
2.1.1 Linha ideal 18
2.1.2 Corpos d'água 18
2.1.3 Cursos d'água 18
2.1.4 Canal 18
2.1.5 Elementos físicos 18
2.1.6 Limite de respeito 18
2.2 IMÓVEL RURAL 19
2.2.1 Imóvel rural objeto de título de domínio 19
2.2.2 Imóvel rural passível de titulação 22
2.3 LIMITES 22
2.3.1 Identificação dos limites 22
2.4 DESCRIÇÃO DOS LIMITES 24
2.4.1 Tipos de limites 25
2.4.1.1 Cerca 25
2.4.1.2 Muro 25
2.4.1.3 Estrada 26
2.4.1.4 Canal 26
2.4.1.5 Vala 26
2.4.1.6 Linha ideal 26
2.4.1.7 Limite artificial não tipificado 26
2.4.1.8 Corpo d'água ou curso d'água 26
2.4.1.9 Linha de cumeada 27

2.4.1.10 Grota 27
2.4.1.11 Crista de encosta 27
2.4.1.12 Pé de encosta 27
2.4.1.13 Limite natural não tipificado 27
2.4.2 Tipos de vértices 28
2.4.2.1 Vértice tipo "M" (marco) 28
2.4.2.2 Vértice tipo "P" (ponto) 30
2.4.2.3 Vértice tipo "V" (virtual) 30
2.5 CONFRONTANTES 31
2.6 ALTERAÇÃO DE PARCELA CERTIFICADA 32
2.6.1 Desmembramento/Parcelamento 32
2.6.1.1 Com parcela confrontante certificada 32
2.6.1.2 Sem parcela confrontante certificada 33
2.6.2 Remembramento 33
2.6.3 Atualização de Parcelas 34
2.6.4 Inclusão de novos vértices em parcelas certificadas 34
3 MÉTODOS DE POSICIONAMENTO 35
3.1 POSICIONAMENTO POR GNSS 35
3.1.1 Posicionamento Relativo 36
3.1.1.1 Posicionamento relativo estático 36
3.1.1.2 Posicionamento relativo estático-rápido 37
3.1.1.3 Posicionamento relativo semicinemático (stop and go) 37
3.1.1.4 Posicionamento relativo cinemático 38
3.1.1.5 Posicionamento relativo a partir de códigos 38
3.1.2 RTK e DGPS 38
3.1.2.1 RTK convencional 39
3.1.2.2 RTK em rede 39
3.1.2.3 Posicionamento por ponto preciso em tempo real (RTPPP) 41
3.1.2.4 Differential GPS (DGPS) 41
3.1.3 Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) 41

3.2 POSICIONAMENTO POR TOPOGRAFIA CLÁSSICA 41
3.2.1 Estação Livre 42
3.2.2 Poligonação 43
3.2.3 Triangulação 44
3.2.4 Trilateração 44
3.2.5 Triangulateração 45
3.2.6 Irradiação 45
3.2.7 Interseção Linear 46
3.2.8 Interseção angular 47
3.2.9 Alinhamento 47
3.3 POSICIONAMENTO POR GEOMETRIA ANALÍTICA 48
3.3.1 Paralela 48
3.3.2 Interseção de Retas 49
3.3.3 Projeção Técnica 49
3.4 POSICIONAMENTO POR SENSORIAMENTO REMOTO 50
3.4.1 Posicionamento por aerofotogrametria 51
3.4.2 Posicionamento por sensores orbitais 52
3.5 BASE CARTOGRÁFICA 52
3.5.1 Produtos Cartográficos Digitais Com Precisão Conhecida 53
3.5.2 Produtos Cartográficos Sem Precisão Conhecida 53
3.6 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE POSICIONAMENTO 54
3.6.1 Vértices de Apoio 54
3.6.2 Vértices de Limite 55
3.7 MÉTODOS DE POSICIONAMENTO E TIPOS DE VÉRTICES 56
3.8 CÁLCULOS 57
3.8.1 Conversão de Coordenadas Cartesianas Geocêntricas para Locais 57
3.8.2 Conversão de Coordenadas Cartesianas Locais para Geocêntricas 58
3.8.3 Área 59
3.8.4 Distância horizontal 60
3.8.5 Azimute 60

4 GUARDA DE PEÇAS TÉCNICAS E DOCUMENTAÇÃO 61

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 63

1 CONCEITOS GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O presente documento visa atualizar o Manual Técnico de Georreferenciamento de Imóveis Rurais, objeto da Portaria Nº 629, de 05 de abril de 2022, com o intuito de incorporar novas tecnologias e procedimentos.

Este Manual está previsto no art. 9º do Decreto 4.449, de 30 de outubro de 2002, e trata das condições exigíveis para execução dos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais e certificação, em atendimento ao que estabelecem os parágrafos 3º e 5º, do artigo 176, e o parágrafo 3º do artigo 225, da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, incluídos pela Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001.

As especificações fixadas por este Manual devem ser observadas e cumpridas de forma indistinta para imóveis públicos e privados.

Este manual adota o conceito de imóvel rural contido na Lei de Registros Públicos (Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973) e não o estabelecido pelo Estatuto da Terra (Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964), fato este que aproxima os procedimentos de certificação e o registro de imóveis.

No **LIMITES E CONFRONTAÇÕES**, o item **2.1** contempla uma série de definições relevantes para entendimento e consequente aplicação das orientações contidas neste manual. As orientações para proceder a identificação e descrição dos limites dos imóveis rurais são encontradas nos itens **2.2**, **2.3** e **2.4**. O item **2.5**, aborda a identificação da confrontação, não considerando como confrontante o proprietário e sim o bem imóvel. O item **2.6** trata dos procedimentos a serem seguidos para os casos de alteração de parcela certificada.

O **MÉTODOS DE POSICIONAMENTO**, traz o conjunto de normas para execução dos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais, que, em comparação com a versão anterior do Manual, trouxe uma maior possibilidade de técnicas que podem ser empregadas em casos específicos. Nos itens **3.2**, **3.3** e **3.4** estão descritos os métodos de posicionamento que podem ser usados nos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais. O item **3.5** traz a possibilidade de obtenção de coordenadas a partir de bases cartográficas. O item **3.6** estabelece quais métodos podem ser aplicados no posicionamento de vértices de limite e vértices de apoio e o item **3.7** estabelece a compatibilidade entre métodos de posicionamento e tipos de vértices. O item **3.8** detalha as formulações matemáticas para conversão de

coordenadas geocêntricas para locais, bem como o cálculo das grandezas área, distância e azimute.

O **GUARDA DE PEÇAS TÉCNICAS E DOCUMENTAÇÃO**, informa sobre os materiais e/ou documentos que devem ser guardados e salienta a importância da guarda de todo material que subsidiou a identificação dos limites e confrontações do imóvel e a obtenção das coordenadas e das precisões dos vértices.

1.2 DEFINIÇÕES

As definições a seguir deverão ser adotadas no âmbito deste Manual.

1.2.1 Coordenadas cartesianas geocêntricas

Coordenadas referenciadas a três eixos ortogonais com origem no centro de massa da terra, sendo o eixo "Z" orientado na direção do *Conventional Terrestrial Pole* (Polo Terrestre Convencional), o eixo "X" na direção média do meridiano de Greenwich e o eixo "Y" de modo a tornar o sistema dextrógiro.

1.2.2 Coordenadas cartesianas locais

Coordenadas cartesianas definidas num plano topográfico local, perpendicular à normal ao elipsoide e tangente à superfície terrestre no ponto origem do Sistema Geodésico Local (SGL) (vide item **1.2.10**).

1.2.3 Coordenadas geodésicas

Coordenadas geodésicas definidas num elipsoide de referência, expressas em: latitude (φ), longitude (λ) e altitude elipsoidal (h).

1.2.4 Credenciado

Profissional que tenha efetuado seu credenciamento junto ao INCRA para requerer certificação de imóveis rurais em conformidade com o parágrafo 5º do artigo 176, da Lei nº 6.015, de 1973, incluído pela Lei nº 11.952, 25 de junho de 2009.

1.2.5 Exatidão de limites

Limites identificados, levantados e descritos de forma a contemplar corretamente os limites do imóvel objeto do título de domínio, bem como os limites de respeito nos casos de ocupações rurais passíveis de titulação.

1.2.6 Imóvel rural

O imóvel rural a ser considerado nos serviços de georreferenciamento é aquele objeto do título de domínio, bem como aquele passível de titulação.

1.2.7 Informações posicionais

Referem-se às coordenadas geodésicas dos vértices (φ, λ, h), com suas respectivas precisões (σφ, σλ, σh).

1.2.8 Precisão posicional absoluta

Refere-se à precisão posicional relacionada à vinculação com o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), prevendo, portanto, a propagação das covariâncias a partir dos vértices do mesmo.

1.2.9 Profissional habilitado para execução de serviços de georreferenciamento

Profissional devidamente habilitado para assumir responsabilidade técnica dos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais, em atendimento ao parágrafo 3º do artigo 176, da Lei nº. 6.015, de 1973.

1.2.10 Sistema Geodésico Local

O Sistema Geodésico Local (SGL) é um sistema cartesiano composto de três eixos mutuamente ortogonais (e, n, u), onde o eixo "n" aponta em direção ao norte geodésico, o eixo "e" aponta para a direção leste e é perpendicular ao eixo "n", ambos contidos no plano topográfico, e o eixo "u" coincide com a normal ao elipsoide que passa pelo vértice escolhido como a origem do sistema.

1.2.11 Vértice de limite

É o ponto onde a linha limítrofe do imóvel rural muda de direção ou onde existe interseção desta linha com qualquer outra linha limítrofe de imóvel contíguo.

1.2.12 Sigef

O Sistema de Gestão Fundiária do Incra – Sigef, é uma ferramenta eletrônica desenvolvida pelo Incra para subsidiar a governança fundiária do território nacional.

Por ele são efetuadas a recepção, validação, organização, regularização e disponibilização das informações georreferenciadas de limites de imóveis rurais, públicos e privados.

Por meio do SIGEF são realizadas a certificação de dados referentes a limites de imóveis rurais (§ 5º do art. 176 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973) e a gestão de contratos de serviços de georreferenciamento com a administração pública. Está acessível pelo endereço eletrônico https://sigef.incra.gov.br.

1.2.13 SNCI

O Sistema Nacional de Certificação de Imóveis Rurais – SNCI, é o sistema por onde eram enviados os dados georreferenciados do imóvel e por onde era emitida a certificação dos imóveis rurais, antes da existência do Sigef. Apesar de estar em desuso, as certificações emitidas por este sistema continuam válidas e o banco de dados do sistema ainda é utilizado para análise de sobreposições dos polígonos enviados via Sigef.

1.3 IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL RURAL

A identificação do imóvel rural se dá por meio da correta descrição dos seus limites, conforme parágrafo 3º do artigo 176 da Lei nº 6.015, de 1973.

1.3.1 Descrição dos limites

Os limites são descritos por segmentos de reta interligados por vértices, sendo estes descritos por seus respectivos códigos e valores de coordenadas.

1.3.2 Tipos de vértices

Os vértices são agrupados em diferentes tipos, definidos no item **2.4.1**.

1.3.3 Codificação do vértice

O código inequívoco do vértice refere-se a um conjunto de caracteres alfanuméricos organizados de tal forma que não ocorra mais de um vértice, mesmo que em imóveis distintos, com o mesmo código, conforme regras a seguir:

a) Os quatro primeiros caracteres referem-se ao código do credenciado responsável pelo posicionamento do vértice[1];

b) O quinto caractere refere-se ao tipo do vértice;

c) Os caracteres seguintes referem-se a uma sequência de números inteiros, sendo incrementada à medida que o profissional efetue a definição de um novo vértice. Não deve haver repetição de número em vértices do mesmo tipo e do mesmo credenciado;

[1] Na época em que estavam em vigor a 1ª e a 2ª Edições da Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais e antes da entrada em vigor do Sigef, o código de credenciamento de profissionais era composto de apenas três dígitos alfanuméricos. Esse código permanece da mesma forma para os profissionais credenciados àquela época, portanto, ao encontrar um marco implantado por um desses credenciados, é importante observar o código para que não haja troca indevida de letras ou números, como por exemplo as letras "I" e "O" pelo número "1" e "0", respectivamente, ou vice-versa.

d) A quantidade de dígitos na numeração diferencia um vértice do outro, como por exemplo, o vértice AAAA-M-1 não é igual ao vértice AAAA-M-0001;

e) Nas edições anteriores da Norma Técnica, os tipos de vértices poderiam ser do tipo O (vértices obtidos por paralelas), além dos tipos previstos atualmente (M, P e V) e a numeração destes era formada por apenas quatro dígitos (0000 a 9999), podendo ser utilizadas letras quando a quantidade de vértices extrapolasse a numeração máxima (A001 a ZZZ9). Apesar de não ser permitida a implantação de vértices novos com essa codificação, para os vértices já existentes, deverá ser mantida esta numeração nas situações em que o imóvel a ser georreferenciado confronte com imóveis já certificados àquela época, bem como em casos de desmembramento destas parcelas.

Figura 1 - Codificação de vértice.

1.3.4 Tipo de Limite

Os limites são agrupados em diferentes tipos, definidos no **LIMITES E CONFRONTAÇÕES**.

1.3.5 Codificação do Tipo de Limite

Cada tipo de limite recebe uma codificação, definida no **LIMITES E CONFRONTAÇÕES**.

1.4 COORDENADAS DOS VÉRTICES

As coordenadas dos vértices definidores dos limites do imóvel devem ser referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, vigente na época da submissão do trabalho. Atualmente adota-se o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano 2000 (SIRGAS2000), conforme especificações constantes na resolução nº 01, de 25 de fevereiro de 2005, do Presidente da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

1.4.1 Determinação das coordenadas

A determinação dos valores de coordenadas deve ser realizada em consonância com o **MÉTODOS DE POSICIONAMENTO**.

1.4.2 Descrição das coordenadas

Os valores de coordenadas dos vértices devem ser descritos por meio das suas coordenadas geodésicas (φ, λ, h), vinculadas ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB.

1.4.3 Precisão das coordenadas

O valor da precisão posicional absoluta refere-se a resultante planimétrica (horizontal), conforme equação a seguir:

$$\sigma_P = \sqrt{\sigma_\varphi{}^2 + \sigma_\lambda{}^2}$$

Onde:

- σ_P = precisão posicional (m) [2];
- σ_φ = desvio padrão da latitude (m);
- σ_λ = desvio padrão da longitude (m).

1.4.4 Padrões de precisão

Os valores de precisão posicional a serem observados para vértices definidores de limites de imóveis são:

a) Para vértices situados em limites artificiais: melhor ou igual a 0,50 m;

b) Para vértices situados em limites naturais: melhor ou igual a 3,00 m; e

c) Para vértices situados em limites inacessíveis: melhor ou igual a 7,50 m.

A tolerância admitida será de no máximo três vezes o valor da precisão para o tipo de limite, entre os valores de coordenadas de um ou mais vértices da parcela certificada em relação ao valor apurado por outro credenciado.

1.4.5 Descrição das precisões

Os valores de precisão da latitude e da longitude devem ser convertidos para valores lineares. Desta forma, os valores de precisão das coordenadas geodésicas (σ_φ, σ_λ, σ_h) devem ser expressos em metros.

1.4.6 Área

O cálculo de área deve ser realizado com base nas coordenadas referenciadas ao Sistema Geodésico Local (SGL). A formulação matemática para conversão entre

[2] No cálculo da precisão posicional desconsidera-se o valor do desvio padrão da altitude.

coordenadas cartesianas geocêntricas e cartesianas locais está definida no **3.8.1** - **Conversão de Coordenadas Cartesianas Geocêntricas para Locais**.

1.5 CREDENCIAMENTO

Para requerer certificação de poligonais referentes a imóveis rurais, em atendimento ao que estabelece o parágrafo 5º do artigo 176, da Lei nº. 6.015/73, o profissional deve efetuar seu credenciamento junto ao INCRA.

Para requerer o credenciamento, o profissional deve estar habilitado pelo Conselho Profissional cujas atribuições de fiscalização do exercício profissional estejam expressamente relacionadas ao georreferenciamento de imóveis rurais.

O conteúdo formativo mínimo necessário para determinação das coordenadas dos vértices definidores dos limites dos Imóveis Rurais, georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro, objeto da Lei nº 10.267, de 2001, deve contemplar os seguintes conteúdos formativos, conforme Decisão Plenária 2087/2004 do Confea, Deliberação Plenária n.º 006/2018 do CFT e Resolução n.º 15/2000 do CFTA:

I - Topografia aplicada ao georreferenciamento;

II - Cartografia;

III - Sistemas de referência;

IV - Projeções cartográficas;

V - Ajustamentos;

VI - Métodos e medidas de posicionamento geodésico; e

VII – Legislação aplicada ao georreferenciamento e registro de imóveis rurais (Recomendável).

A habilitação em questão será comprovada mediante certidão emitida pelo respectivo Conselho Profissional.

1.5.1 Procedimentos para credenciamento

Para que o profissional efetue o seu credenciamento, deverá preencher formulário eletrônico, disponível na página do SIGEF, e apresentar certidão expedida pelo Conselho Profissional ao qual encontra-se inscrito, informando expressamente a habilitação em georreferenciamento de imóveis rurais. Neste ato, o profissional receberá o código de credenciado, conforme item **1.3.3**.

1.5.2 Responsabilidade Técnica

Nos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais o credenciado assume responsabilidade técnica referente à correta identificação do imóvel em atendimento ao parágrafo 3º do artigo 176 da Lei 6.015, de 1973, observando:

a) A exatidão de limites; e

b) As informações posicionais de todos os vértices de limite.

1.5.3 Responsabilidade pela comunicação ao proprietário

Nas ações de certificações executadas por meio do Sigef com intervenção dos Comitês Regionais de Certificação, considerando a necessidade de notificação ao proprietário, o credenciado será responsável:

a) pela comunicação ao proprietário quanto a requerimentos relacionados a suas parcelas, mediante procuração específica para este fim;

b) juntar manifestação do proprietário, nos casos em que este deseje apresentar defesa em requerimentos relacionados a sua parcela.

1.6 CADASTRAMENTO DE OFICIAIS DE REGISTRO

Para atendimento do artigo 4º do Decreto 4.449/2002, o Oficial de Registro poderá utilizar o Sistema de Gestão Fundiária – Sigef para comunicar ao INCRA as atualizações dos dados de matrícula e proprietário, referentes a uma parcela certificada, mediante prévio cadastro junto ao sistema.

1.7 GESTÃO DA CERTIFICAÇÃO

A gestão da certificação tem por finalidade trazer segurança para as informações certificadas e operacionalizar o processo de certificação, conforme detalhado em ato normativo próprio, contemplando:

a) Desmembramento/Parcelamento;

b) Remembramento;

c) Retificação de certificação;

d) Cancelamento de certificação;

e) Confirmação de registro de certificação;

f) Análise de sobreposição;

g) Auditoria de certificação;

h) Atualização de parcelas;

i) Sanções ao credenciado;

j) Recadastramento de credenciados.

2 LIMITES E CONFRONTAÇÕES

2.1 DEFINIÇÕES

As definições a seguir deverão ser adotadas no âmbito deste capítulo.

2.1.1 Linha ideal

É uma linha reta (imaginária) que é apenas idealizada, mas não está associada diretamente a nenhum elemento físico. Exemplos: limites com faixas de domínio não materializados; linha entre marcos implantados para fins de desmembramento, no caso de limites ainda não materializados; linhas que não foram materializadas para não inviabilizarem o trânsito de veículos e máquinas, dentre outros.

2.1.2 Corpos d'água

Qualquer acúmulo significativo de água, tais como: lagos, lagoas, reservatórios, dentre outros.

2.1.3 Cursos d'água

Águas correntes, tais como: rios, córregos, riachos, dentre outros.

2.1.4 Canal

Canal é uma vala escavada artificialmente para a passagem da água, podendo ou não ser revestida por material que lhe dê sustentação.

2.1.5 Elementos físicos

São os elementos (objetos) que caracterizam em campo os limites entre imóveis, englobando aqueles constituídos por ação antrópica (limite artificial) ou por ação natural (limite natural).

2.1.6 Limite de respeito

Linha fronteiriça respeitada de forma pacífica pelos proprietários e/ou simples ocupantes (sem título de domínio), como linha divisória entre os imóveis. Importante: o limite de respeito não necessariamente corresponde ao título de domínio e nestes casos o georreferenciamento deve ser realizado em consonância com o título.

2.2 IMÓVEL RURAL

O imóvel rural a ser considerado nos serviços de georreferenciamento é aquele objeto do título de domínio, bem como aquele passível de titulação, conforme detalhado nos tópicos a seguir.

Será atribuída uma certificação a cada parcela (imóvel) e esta será descrita em matrícula própria no registro de imóveis, conforme §5º, do Art. 9º, do Decreto 4.449/2002.

2.2.1 Imóvel rural objeto de título de domínio

Imóvel constante em documento que formaliza a aquisição da sua titularidade, podendo ser:

a) Área inscrita (matriculada ou transcrita[3]) no cartório de registro de imóveis;
b) Área descrita em documento ainda não registrado, mas suscetível de registro com efeito translativo de domínio ou constitutivo da propriedade formal. Exemplo: escritura de compra e venda relativa a uma parcela destacada de área maior, devidamente delimitada e caracterizada;

Cada título de domínio se refere a apenas uma parcela e vice-versa, salvo nos casos seguintes:

a) A matrícula ou transcrição se referir a áreas descontínuas[4] (cada área corresponderá a uma parcela);

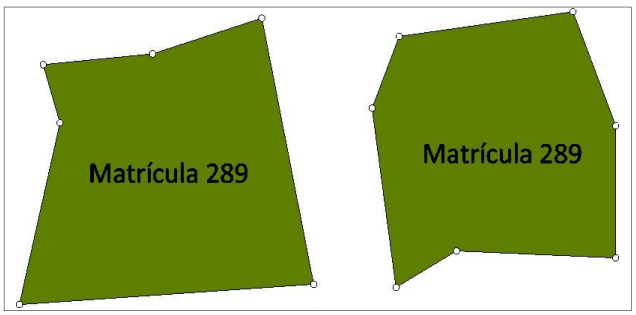

Figura 2 - Matrícula referente a áreas descontínuas

b) Houver interesse em remembrar áreas contíguas, constantes em títulos distintos, cuja fusão seja juridicamente possível (a soma das áreas corresponderá a uma parcela);

[3] Anteriormente à vigência da Lei 6015/73 – 1º de janeiro de 1976 – adotava-se a transcrição das transmissões, a qual poderia incluir, num mesmo ato registral, dois ou mais imóveis. A partir desta data, foi introduzido o sistema de matrículas, que vigora até hoje. Pelo novo sistema, cada imóvel terá matrícula própria e cada matrícula corresponderá a um único imóvel.
[4] Nos casos de imóvel matriculado, esta situação é anômala, mas ocorre em alguns registros imobiliários. Com a execução do georreferenciamento, será efetuada a devida correção.

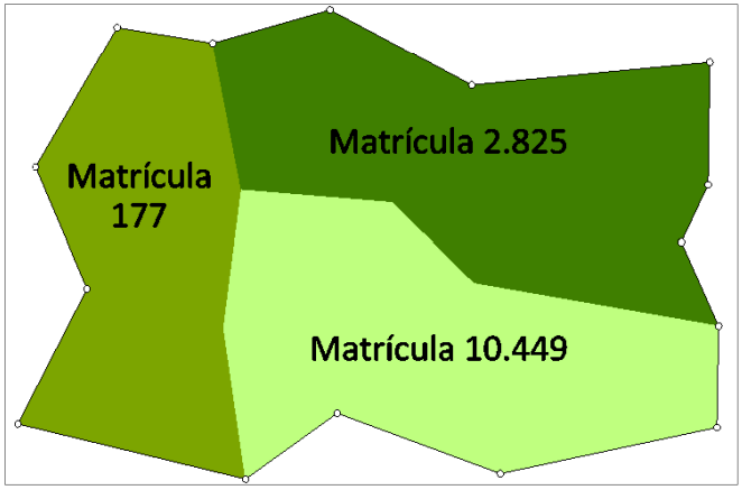

Figura 3 – Remembramento

c) Houver interesse em remembrar áreas contíguas, constantes em títulos distintos, cuja fusão seja juridicamente possível (a soma das áreas corresponderá a uma parcela);

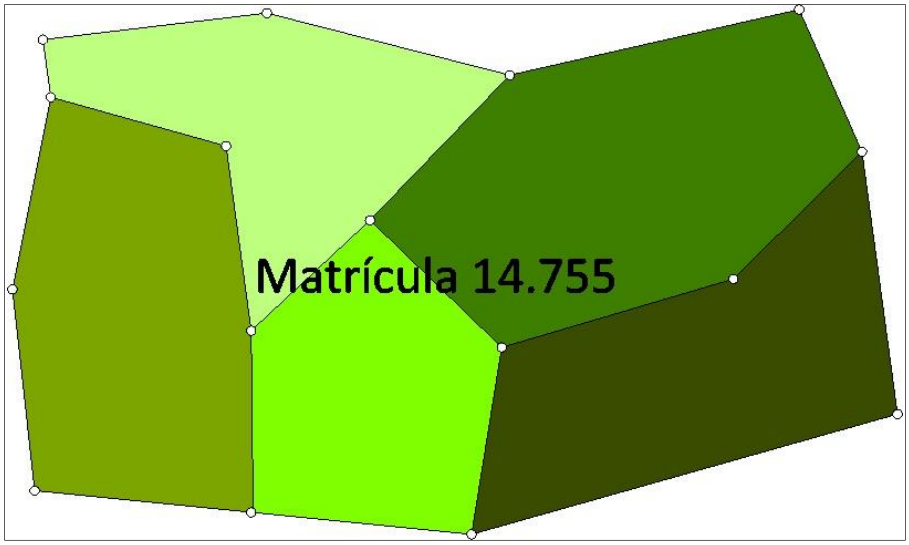

Figura 4 - Desmembramento/parcelamento sem transferência de titularidade

Ao deparar com imóvel no qual exista(m) área(s) encravada(s), o credenciado deverá atentar-se para a situação jurídica da(s) mesma(s), conforme:

a) Área interna é objeto de título próprio. A parcela objeto do georreferenciamento corresponderá à área compreendida entre o perímetro externo e o(s) perímetro(s) interno(s).

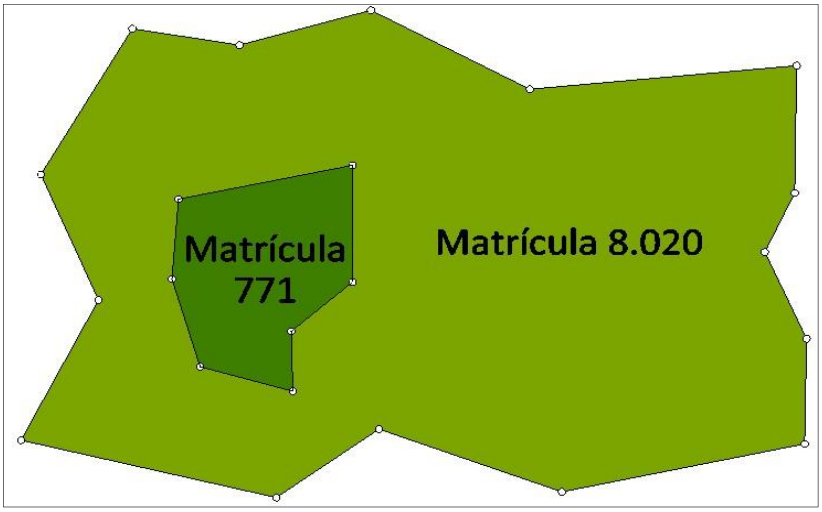

Figura 5 - Área encravada é objeto de título próprio

b) Área interna está integrada no imóvel a que se refere o título de domínio, mas encontra-se ocupada por posseiro(s). A área interna não deve ser deduzida da parcela[5].

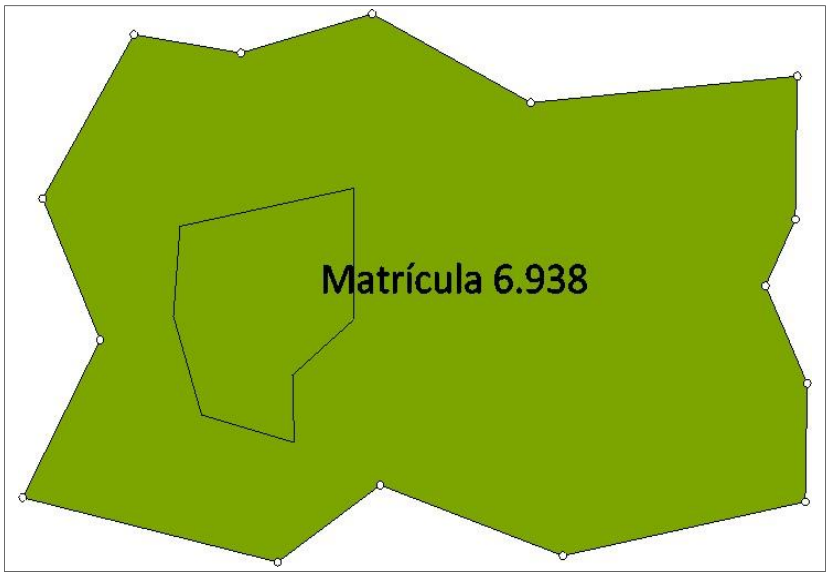

Figura 6 - Área encravada é uma posse integrada ao título de domínio

c) Área interna encontra-se ocupada por posseiros, mas tal situação está devidamente prevista na matrícula, de forma que a área encravada não integra o imóvel matriculado. Neste caso, proceder conforme item "**a**".

[5] Reconhecendo que não será possível retomar a área ocupada pelo posseiro e desejando regularizar a situação da parte restante, o proprietário poderá, alternativamente, adotar um dos seguintes procedimentos: outorgar título translativo de domínio ao posseiro, para que este se torne proprietário, ou desmembrar/parcelar o imóvel, individualizando as áreas.

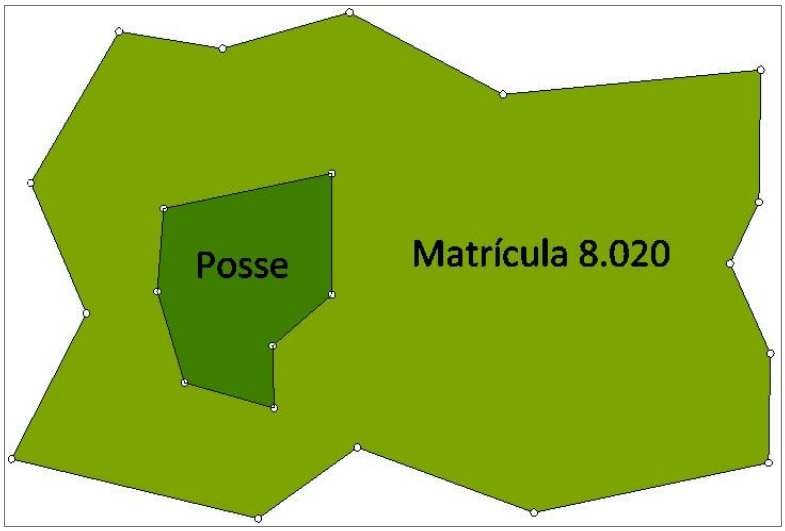

Figura 7 - Área encravada é uma posse independente do título de domínio

2.2.2 Imóvel rural passível de titulação

Imóveis rurais passíveis de titulação são aqueles correspondentes a:

a) Área pública ocupada por particular, incluída em ação de regularização fundiária promovida por órgão público; e

b) Área particular sobre a qual é exercida a posse *ad usucapionem* (área cuja propriedade pode ser adquirida por usucapião).

O imóvel (parcela) somente será certificado após a titulação por órgão público competente, sentença judicial transitada em julgado, ou o reconhecimento extrajudicial de usucapião emitido pelo Oficial de Registro.

2.3 LIMITES

Os limites devem ser identificados, levantados e descritos de forma a retratar de forma fidedigna o imóvel rural. A identificação e a descrição serão efetuadas de acordo com os parâmetros seguintes. O levantamento, por sua vez, obedecerá às regras contidas no **MÉTODOS DE POSICIONAMENTO**.

2.3.1 Identificação dos limites

Para identificar corretamente os limites do imóvel, o credenciado deve efetuar uma criteriosa análise de documentos relacionados ao mesmo, buscando esgotar as dúvidas quanto à sua localização. Como elementos principais de pesquisa, sugere-se:

a) Matrícula ou transcrição do imóvel (indispensável);

b) Matrículas e/ou transcrições dos imóveis vizinhos;

c) Títulos de domínio. Exemplos: escritura pública, formal de partilha, carta de arrematação, sentença de usucapião, título de legitimação de terras devolutas, dentre outros;

d) Peças técnicas (plantas, memoriais descritivos, cadernetas de campo, dentre outros) relacionadas ao imóvel e/ou aos confrontantes; e

e) Verificar se existem parcelas já certificadas junto ao Sigef ou SNCI, bem como georreferenciadas em processo de certificação nas confrontações do imóvel;

f) Verificar se existem projetos de assentamentos rurais nas confrontações do imóvel. Neste caso, deverá ser respeitado o limite definido no projeto de parcelamento, visto que cada lote representará uma mudança de confrontação;

g) Verificar se existem áreas objeto de processo de regularização fundiária nas confrontações do imóvel, visto que estas poderão vir a constituir imóvel rural;

h) Nos casos de imóveis passíveis de titulação (ver item **2.2.2**), deverão ser observados os limites de respeito, além das indicações anteriores, quando for o caso.

Além da análise da documentação, orienta-se que o credenciado busque informações com o proprietário do imóvel objeto do levantamento, com os confrontantes e antigos moradores da região, de forma a contrapor as informações para saneamento das dúvidas quanto à localização exata dos limites.

Nos limites comuns a imóveis certificados, via Sigef ou SNCI, recomenda-se ao credenciado efetuar o levantamento e confrontar as informações obtidas com as já existentes ou obter os arquivos (dados de levantamento) que subsidiaram a determinação das coordenadas dos vértices da parcela certificada com o responsável técnico. Em caso de concordância, o credenciado adotará as mesmas informações posicionais (coordenadas e codificação dos vértices) do imóvel lindeiro, assumindo a responsabilidade técnica por elas de forma solidária. Caso identificada divergência superior à tolerância admitida no item **1.4.4** entre os valores de coordenadas de um ou mais vértices da parcela, a certificação deverá ser cancelada, sendo expressamente proibida a utilização de novos vértices para o mesmo limite.

Nos limites comuns com imóveis apenas georreferenciados, recomenda-se ao credenciado efetuar o levantamento ou obter os arquivos (dados de levantamento geodésico) com o responsável técnico da parcela confrontante, que subsidiaram a

determinação das coordenadas dos vértices, avaliando a monumentalização[6] e localização dos vértices materializados, marcos, cercas, muros, dentre outros. Em caso de concordância o credenciado adotará as mesmas informações posicionais (coordenadas e codificação dos vértices) do imóvel lindeiro georreferenciado. Caso o código do vértice encontrado *in loco* já conste em outra certificação, ou seja, identificada alguma divergência o credenciado poderá utilizar nova monumentalização, codificação e coordenadas. Na impossibilidade de obtenção das coordenadas e respectivos arquivos dos vértices do imóvel vizinho, o profissional poderá utilizar as informações posicionais por ele obtidas mantendo-se a codificação dos vértices encontrados em campo.

A identificação e coordenadas que representam o vértice devem ser únicas. Dessa maneira, o credenciado não poderá implantar marco onde já houver um implantado.

Nos limites comuns com projetos de Assentamentos Rurais, ainda não certificados, o credenciado deverá obter informações sobre o projeto de parcelamento junto a Superintendência Regional responsável, para que o credenciado proceda à devida monumentalização dos vértices definidores de limites entre as parcelas ou sua substituição, quando estes estiverem danificados.

Seja qual for o método de posicionamento utilizado, dentre aqueles previstos no **MÉTODOS DE POSICIONAMENTO** deste manual, a identificação dos limites deve ser feita *in loco*. É fundamental a presença dos confrontantes ou de seus prepostos, pois o levantamento será realizado no limite comum entre os imóveis, a respeito do qual deve haver concordância entre as partes envolvidas.

Havendo dúvidas e/ou discordâncias entre os confrontantes em relação à identificação dos limites, o credenciado deve prestar os devidos esclarecimentos. A abordagem deve ser sempre pacífica e imparcial, buscando solucionar a questão.

Frustradas as tentativas de resolução amigável da divergência, sugere-se que o processo de identificação seja interrompido até a resolução do conflito.

2.4 DESCRIÇÃO DOS LIMITES

Conforme definido no item **1.3.1** deste manual, os limites são descritos por segmentos de reta interligados por vértices. Deste modo, não são admitidos

[6] Entende-se monumentalização como a materialização por meio de marco implantado pelo responsável técnico pelo levantamento.

elementos curvos, como arcos de circunferência, arcos de elipse e outros, na descrição de limites de imóveis rurais.

2.4.1 Tipos de limites

Os seguimentos de reta descritos nos títulos de domínio e representados em planta, em geral, referem-se a elementos físicos que definem em campo o limite entre imóveis. Nos serviços de georreferenciamento, os diferentes elementos físicos são enquadrados como tipos de limites, que podem ser definidos por:

a) Elementos artificiais (Limites Artificiais - LA): cerca, muro, estrada, vala, canal, linha ideal[7] e limite artificial não tipificado;
b) Elementos naturais (Limites Naturais - LN): corpo d'água ou curso d'água, linha de cumeada, grota, crista de encosta[8], pé de encosta e limite natural não tipificado.

Para descrever adequadamente limites que coincidam com elementos físicos ou naturais, o levantamento deve ser realizado de forma fidedigna com a realidade de campo e compatível com a precisão do posicionamento, buscando representar as mudanças de direção (sinuosidade) do referido elemento.

Quando o limite é comum a mais de um imóvel, a quantidade de vértices que o define deverá ser a mesma.

Os tópicos a seguir apresentam recomendações de como atuar em diferentes tipos de limites, de modo a descrevê-los adequadamente.

2.4.1.1 Cerca

Quando esse tipo de limite for utilizado como representação ou materialização de uma divisa descrita no título de domínio e possuir longos trechos, aparentemente retos, recomenda-se levantar vértices ao longo da feição. Esta recomendação se deve ao fato de as cercas não serem construídas com auxílio de instrumentos precisos de medição, o que proporciona mudanças de direção visualmente imperceptíveis.

2.4.1.2 Muro

Seguir as mesmas recomendações definidas para cerca.

[7] Apesar de não estar associada diretamente a elementos físicos, para fins da execução dos serviços de georreferenciamento a linha ideal é classificada como elemento físico artificial.
[8] Para fins deste manual, são consideradas encostas as superfícies com inclinação superior a 45º. São considerados sinônimos: penhasco, paredão, talhado, escarpa, despenhadeiro e precipício

2.4.1.3 Estrada

Será considerada como limite entre o imóvel a ser georreferenciado e uma estrada confrontante o elemento físico que delimita a faixa de domínio, se houver instrumento jurídico que a defina. Não preenchido este requisito, o limite será a própria estrada.

2.4.1.4 Canal

Seguir as mesmas recomendações definidas para cerca.

2.4.1.5 Vala

Seguir as mesmas recomendações definidas para cerca.

2.4.1.6 Linha ideal

Como se trata de uma reta ideal, a descrição desses limites é realizada com a determinação dos vértices extremos dessa linha, que devem ser materializados por elementos físicos preexistentes ou implantados, salvo nos casos contidos no item **2.4.2.2**.

2.4.1.7 Limite artificial não tipificado

Caso identifique um limite caracterizado por elemento artificial não contemplado neste manual, o credenciado deverá atribuir ao mesmo a definição de limite artificial não tipificado.

Para fins deste manual, consideram-se como exemplos de limite artificial não tipificado os limites definidos por cotas de inundação de reservatórios, Linha Média das Enchentes Ordinárias - LMEO, dentre outros.

2.4.1.8 Corpo d'água ou curso d'água

O limite coincide com a margem ou com o eixo, de acordo com a descrição constante no título de domínio.

Devido à sinuosidade característica deste tipo de limite, o credenciado deve buscar o adequado adensamento de vértices para descrever esse limite de forma compatível com a realidade de campo. A **Figura 8** ilustra a forma correta e a incorreta de se efetuar o levantamento e consequentemente a representação de limites sinuosos.

Figura 8 - Representação de limites sinuosos

2.4.1.9 Linha de cumeada

Conforme definido no item **2.4.2.1**, não há necessidade da implantação de marcos ao longo da linha de cumeada para caracterizar o limite do imóvel. A opção fica a critério do credenciado e dos proprietários envolvidos.

O adensamento de vértices deve seguir as recomendações definidas para corpo d'água/curso d'água.

2.4.1.10 Grota

O levantamento deve seguir pelo eixo da grota e o adensamento de vértices deve seguir as recomendações definidas para corpo d'água/curso d'água.

2.4.1.11 Crista de encosta

Seguir as mesmas recomendações definidas para corpo d'água ou curso d'água.

2.4.1.12 Pé de encosta

Seguir as mesmas recomendações definidas para corpo d'água ou curso d'água.

2.4.1.13 Limite natural não tipificado

Caso identifique um limite caracterizado por elemento natural que não tenha sido contemplado neste manual, o credenciado deverá atribuir ao mesmo a definição de limite natural não tipificado.

O **Tabela 1** traz o resumo dos tipos de limites com seus respectivos códigos de identificação.

Tabela 1 - Tipos de Limites

Código	Tipos de Limites
LA1	Cerca
LA2	Muro
LA3	Estrada
LA4	Vala
LA5	Canal
LA6	Linha ideal
LA7	Limite artificial não tipificado
LN1	Corpo d'água ou curso d'água
LN2	Linha de cumeada
LN3	Grota
LN4	Crista de encosta
LN5	Pé de encosta
LN6	Limite natural não tipificado

2.4.2 Tipos de vértices

Conforme definido neste manual, vértice de limite é "É o ponto onde a linha limítrofe do imóvel rural muda de direção ou onde existe interseção desta linha com qualquer outra linha limítrofe de imóvel contíguo".

Na descrição, os vértices definidores dos limites de imóveis são classificados por tipos, com o propósito de evidenciar a forma de posicionamento (direto ou indireto) e a sua caracterização em campo, conforme detalhado a seguir.

2.4.2.1 Vértice tipo "M" (marco)

Vértice cujo posicionamento é realizado de forma direta e é caracterizado (materializado) em campo por marco.

Em limites já consolidados, definidos por elementos físicos, fica a critério do credenciado e dos proprietários envolvidos a implantação do marco, mediante anuência formal. Quando não há definição por elementos físicos é necessária a implantação de marcos, salvo nos casos contidos na alínea "b" do item **2.4.2.2**.

Marcos podem ser construídos de concreto, rocha, metal ou material sintético. O padrão de construção e as dimensões do marco devem ser definidos pelo credenciado, de modo a garantir sua durabilidade e estabilidade no terreno. Como sugestão, seguem alguns modelos:

a) Marco de concreto: traço 1:3:4, alma de ferro com diâmetro de 4,2 mm, em forma de tronco de pirâmide, com as seguintes dimensões 8 x 12 X 60 cm;

b) Marco de granito: em forma de tronco de pirâmide, com as seguintes dimensões 8 x 12 X 60 cm;

c) Marco de ferro: tubo de ferro galvanizado com diâmetro de 4,95 cm, 90 cm de comprimento e base pontiaguda, com dispositivos que dificultem a sua retirada (espinha de peixe);

d) Marco de material sintético: resistente ao fogo, em forma de tronco de pirâmide, com as seguintes dimensões 8 x 12 X 60 cm.

A **Figura 9** ilustra dois modelos de marcos, bem como a condição de implantação em campo.

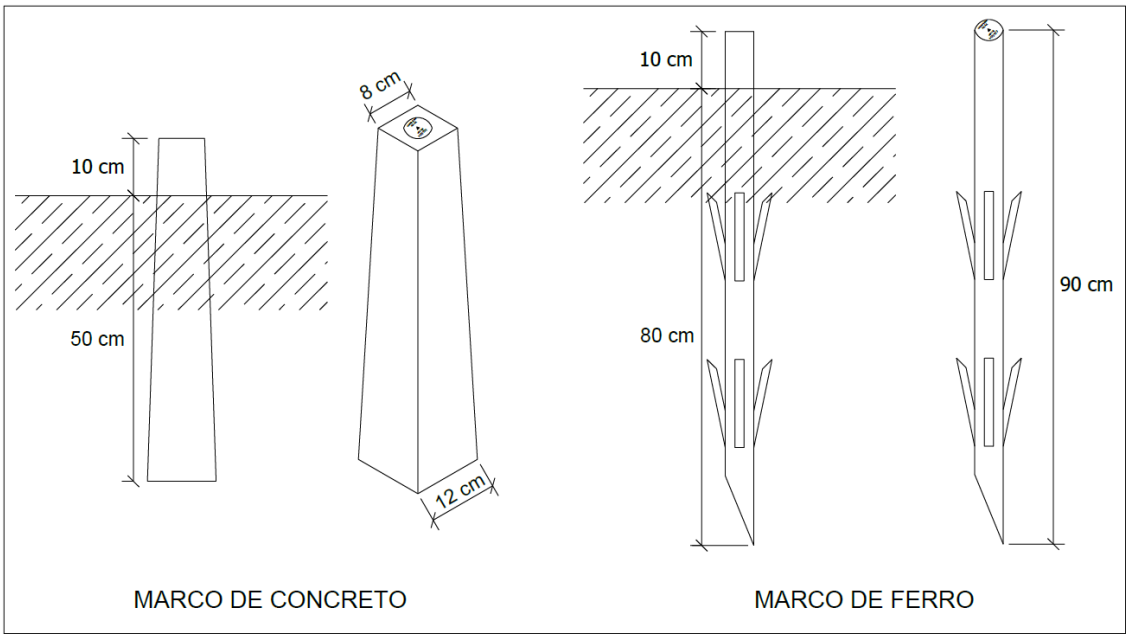

Figura 9 - Modelos de marcos

Recomenda-se, sempre que possível, utilizar monumentos preexistentes.

Mourões, estacas ou palanques de cercas não são considerados vértices do tipo "M" e por isso não devem ser identificados por plaqueta.

O topo do marco deve conter uma plaqueta de identificação com o código inequívoco do vértice, no centro da qual será realizada a medição. A plaqueta deve ser construída com material que garanta durabilidade e sua fixação no marco. A Figura 10 contém um modelo de plaqueta.

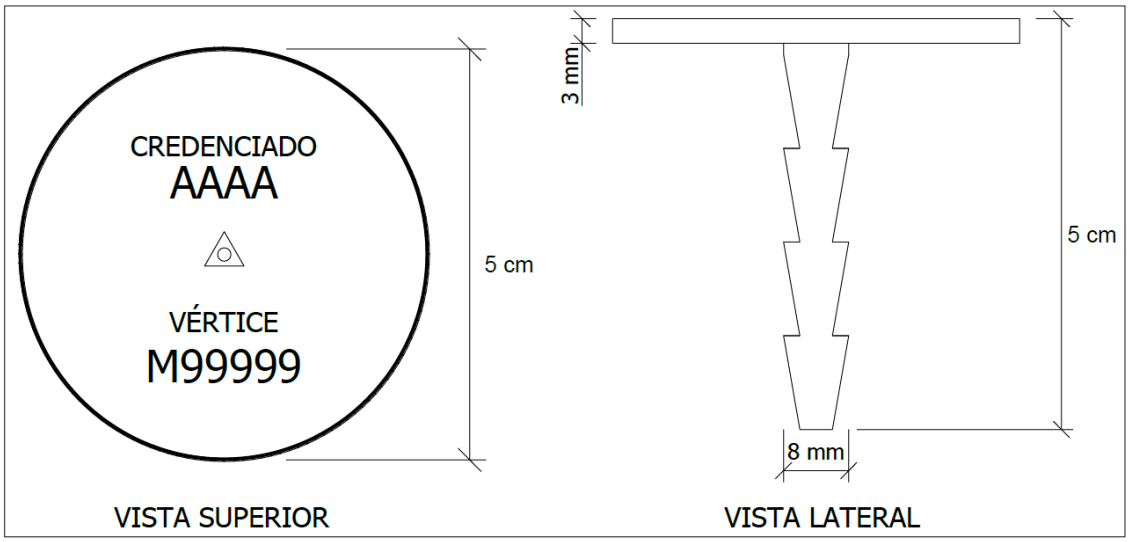

Figura 10 - Modelo de plaqueta

2.4.2.2 Vértice tipo "P" (ponto)

Vértice cujo posicionamento é realizado de forma direta e não é materializado por marco.

As situações mais comuns que utilizarão vértices tipo "P" serão:

a) Aquelas nas quais os limites são definidos por cursos d'água, valas, cercas, dentre outros;
b) Vértice correspondente a um limite que não possui elemento físico que o caracterize em campo e a implantação de um marco é inviável. Exemplo: vértices de limite situados em áreas usadas para agropecuária, onde a implantação do marco seria um empecilho para o desenvolvimento da atividade.

2.4.2.3 Vértice tipo "V" (virtual)

Vértice cujo posicionamento é realizado de forma indireta. Dentre as situações em que este tipo de vértice pode ser utilizado, podemos citar:

a) Vértice situado em local inacessível.

b) Vértices determinados a partir de métodos de posicionamento indiretos, conforme itens **3.3**, **3.4** e **3.5** do **MÉTODOS DE POSICIONAMENTO**.

A **Tabela 2** traz o resumo dos tipos de vértices com seus respectivos códigos de identificação.

Tabela 2 - Tipos de vértices

Código	Tipos de Vértices
M	Marco
P	Ponto
V	Virtual

2.5 CONFRONTANTES

Nos serviços de georreferenciamento, a identificação dos confrontantes deve privilegiar o aspecto objetivo. Deste modo, quando o imóvel lindeiro estiver inscrito no registro público, será identificado pelo número da matrícula ou transcrição e pelo Código Nacional de Serventia (CNS[9]) do cartório onde estiver registrado[10].

Os imóveis que não possuírem registro serão identificados por sua denominação, conforme exemplos a seguir:

a) Rodovias e ferrovias. Exemplo: Rodovia BR-040;
b) Logradouros públicos. Exemplo: Rua Afrânio de Carvalho;
c) Cursos ou corpos d'água. Exemplo: Rio São Francisco;
d) Terrenos de marinha;
e) Terrenos reservados ou terrenos marginais;
f) Áreas devolutas;
g) Áreas com registro desconhecido[11].

É importante destacar que a identificação da confrontação não está vinculada à pessoa e sim ao objeto (imóvel).

[9] CNS é um código único que cada cartório possui e pode ser obtido nos seguintes endereços eletrônicos: http://portal.mj.gov.br/CartorioInterConsulta/index.html ou http://www.cnj.jus.br/corregedoria/justica_aberta/ (opção de serventias extrajudiciais).

[10] O(s) município(s) de localização do imóvel pode não coincidir com o município de registro de imóvel. O credenciado deverá observar a Comarca onde o imóvel confrontante encontra-se registrado.

[11] O credenciado deverá esgotar todas as possibilidades de localização do registro da área vizinha, consultando o registro de imóveis, órgãos públicos que tratam de aspectos fundiários e proprietários da região. Salienta-se que essas informações poderão ser objeto de verificação, caso o INCRA julgue necessário.

2.6 ALTERAÇÃO DE PARCELA CERTIFICADA

Este item traz orientações quanto às providências a serem adotadas quando houver necessidade de alteração de parcela certificada, seja por desmembramento / parcelamento, remembramento ou atualização de parcela.

2.6.1 Desmembramento/Parcelamento

Para efeito deste manual considera-se como desmembramento/parcelamento a ação de fracionar uma parcela certificada, com registro informado.

2.6.1.1 Com parcela confrontante certificada

No desmembramento/parcelamento poderá ocorrer a necessidade de inclusão de vértice entre alinhamentos já certificados. Quando este fato ocorrer em alinhamento comum a outra parcela já certificada, será necessário efetuar a atualização da parcela confrontante.

A **Figura 11** ilustra a situação hipotética em que as parcelas A e B encontram-se certificadas e o desmembramento da parcela B demanda a inclusão de um vértice entre o alinhamento já certificado comum à parcela A.

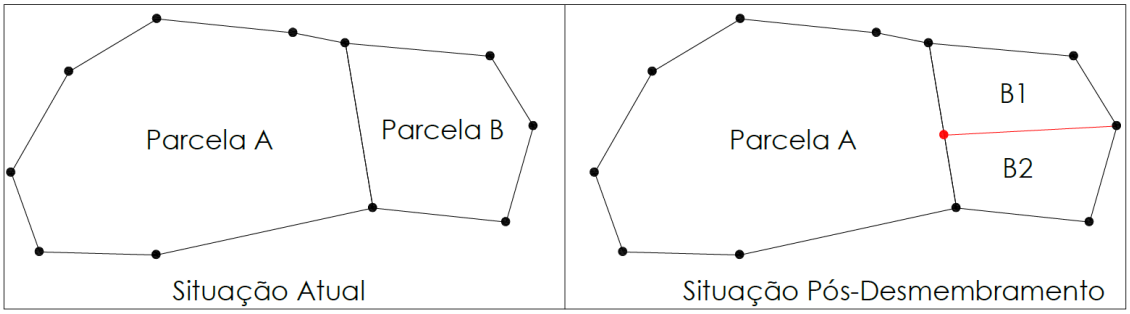

Figura 11 - Desmembramento/parcelamento com alteração do confrontante

O credenciado deverá gerar um documento de responsabilidade técnica (ART, TRT, dentre outros) específica para este trabalho.

Caso a parcela a ser desmembrada/parcelada seja confrontante com outra(s) parcela(s) já certificada(s) e não seja necessária a inclusão de vértice(s) entre alinhamento(s) já certificados, o credenciado deverá proceder conforme item **2.6.1.2**. A **Figura 12** - Desmembramento/parcelamento sem alteração do confrontante ilustra a situação citada neste parágrafo.

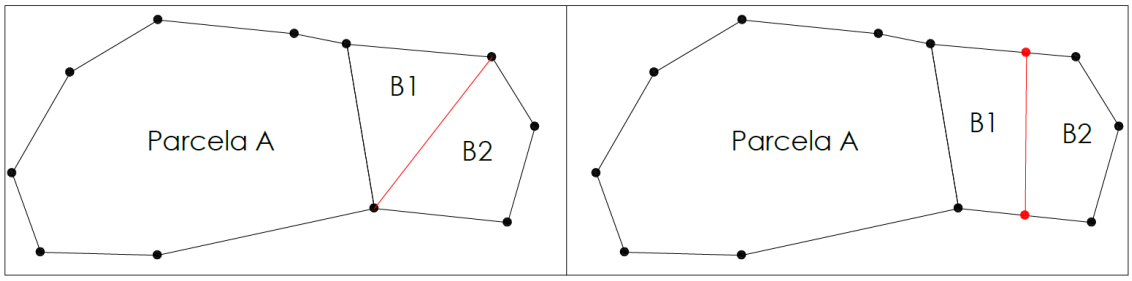

Figura 12 - Desmembramento/parcelamento sem alteração do confrontante

2.6.1.2 Sem parcela confrontante certificada

Quando não houver parcela confrontante certificada, o desmembramento poderá demandar a inclusão de vértices entre alinhamentos já certificados, porém não poderá ocorrer exclusão de vértices do perímetro original.

A **Figura 13** ilustra a situação de um desmembramento/parcelamento sem parcela confrontante certificada.

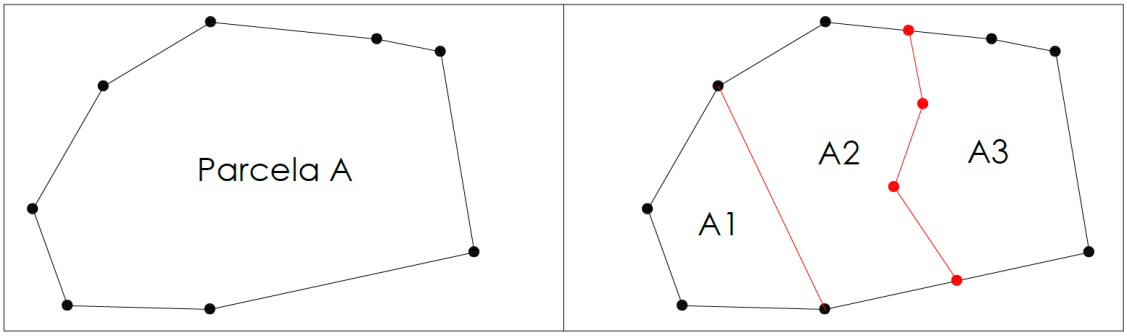

Figura 13 - Desmembramento / parcelamento

2.6.2 Remembramento

Para efeito deste manual considera-se como remembramento a ação de fundir duas ou mais parcelas certificadas, com registro informado. A **Figura 14** ilustra uma situação hipotética de remembramento de parcelas certificadas.

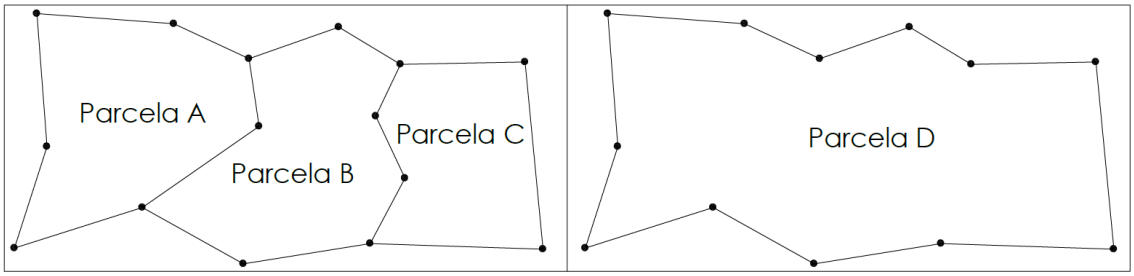

Figura 14 – Remembramento

Em remembramento que envolver parcela(s) certificada(s) e parcela(s) ainda não certificada(s), primeiramente deverá ser efetuada a certificação desta(s), para posterior fusão.

Observação: Quando houver interesse em remembrar parcelas ainda não certificadas, poderá optar por georreferenciar diretamente o perímetro externo, correspondente ao conjunto de parcelas, conforme ilustrado pela **Figura 14**.

2.6.3 Atualização de Parcelas

Para efeito deste manual considera-se como atualização de parcela a ação de:

a) atualizar as informações referentes codificação de vértices certificados;
b) atualizar as informações referentes altitude de vértices certificados;
c) inclusão de novos vértices em limites já existentes na parcela certificada.

A atualização de parcelas não altera o código da certificação ou responsabilidade técnica.

A **Figura 15** ilustra todos os procedimentos de atualização de parcela certificada.

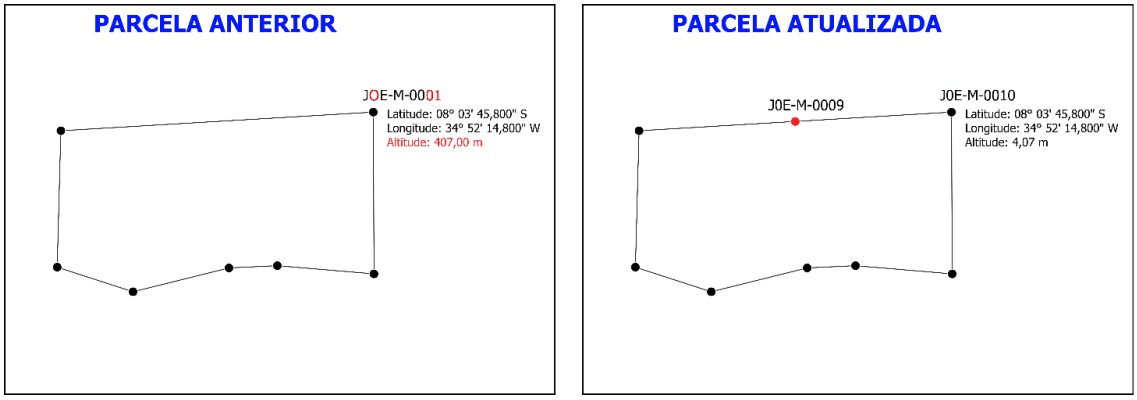

Figura 15 - Atualização de parcela

2.6.4 Inclusão de novos vértices em parcelas certificadas

Nos casos de desmembramento e atualização de parcela certificada em que houver a necessidade de inclusão de novos vértices, a tolerância admitida entre o vértice e o alinhamento existente deverá observar o **Tabela 3**:

Tabela 3 - Tolerância para inclusão de vértices em parcelas certificadas

Tolerância (m)	Inclusão
0 a 0,5	Automática
0,5 a 9,0	Mediante análise
Acima de 9,0	Não permitida

3 MÉTODOS DE POSICIONAMENTO

3.1 POSICIONAMENTO POR GNSS

A sigla GNSS (*Global Navigation Satellite* System) é uma denominação genérica que contempla sistemas de navegação com cobertura global, além de uma série de infraestruturas espaciais (SBAS – *Satellite Based Augmentation System*) e terrestre (GBAS – *Ground Based Augmentation System*) que associadas aos sistemas proporcionam maior precisão e confiabilidade.

Dentre os sistemas englobados pelo GNSS podemos citar:

a) NAVSTAR-GPS (NAVigation System with Timing And Ranging – Global Positioning System), mais conhecido como GPS. Sistema norte-americano;
b) GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema). Sistema russo;
c) Galileu. Sistema europeu;
d) Compass/Beidou (China's Compass Navigation Satellite System – CNSS). Sistema chinês.

Em relação ao SBAS temos os seguintes exemplos:

a) WAAS (Wide Area Augmentation System). Sistema Norte-americano;
a) EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System). Sistema europeu.

O posicionamento por GNSS pode ser realizado por diferentes métodos e procedimentos. Neste documento serão abordados apenas aqueles que proporcionam precisão adequada para serviços de georreferenciamento de imóveis rurais, tanto para o estabelecimento de vértices de referência, quanto para o posicionamento de vértices de limites (artificiais e naturais).

Nos próximos tópicos é feita uma breve descrição sobre cada um dos métodos de posicionamento por GNSS, aplicados aos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais.

3.1.1 Posicionamento Relativo

No posicionamento relativo, as coordenadas do vértice de interesse são determinadas a partir de um ou mais vértices de coordenadas conhecidas. Neste caso é necessário que dois ou mais receptores GNSS coletem dados

simultaneamente, onde ao menos um dos receptores ocupe um vértice de referência (**Figura 16**).

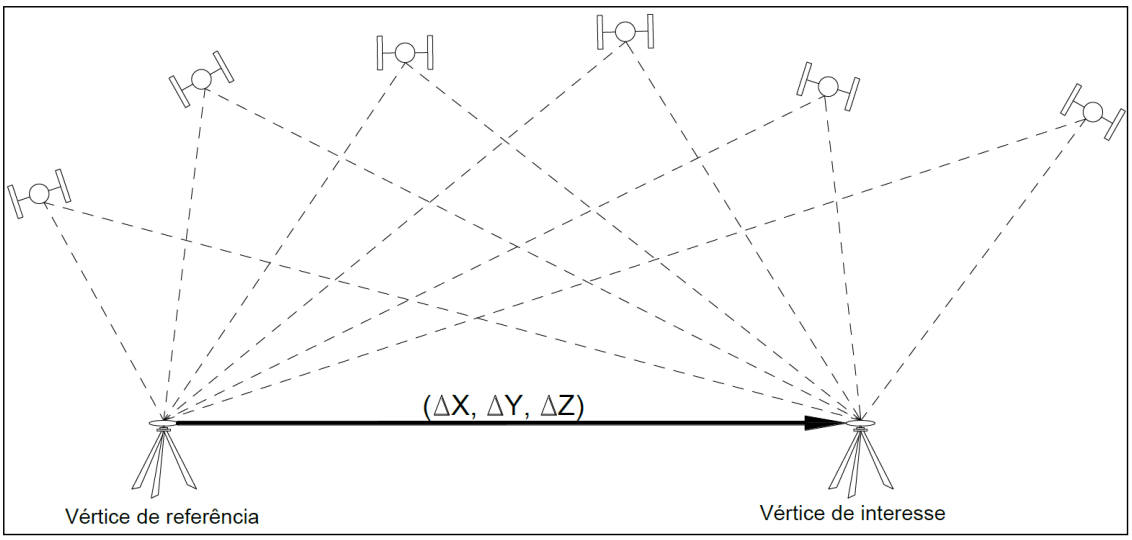

Figura 16 - Posicionamento relativo

No posicionamento relativo podem se usar as observáveis: fase da onda portadora, pseudodistância ou as duas em conjunto. Sendo que a fase da onda portadora proporciona melhor precisão e por isso ela é a única observável aceita na determinação de coordenadas de vértices de apoio e vértices situados em limites artificiais. O posicionamento relativo utilizando a observável pseudodistância só é permitido para a determinação de coordenadas de vértices situados em limites naturais.

Pelo fato de haver várias possibilidades de se executar um posicionamento relativo usando a observável fase da onda portadora, neste documento este tipo de posicionamento foi subdividido em quatro grupos: estático, estático-rápido, semicinemático e cinemático. O posicionamento relativo usando a observável pseudodistância foi tratado como posicionamento relativo a partir de códigos.

3.1.1.1 Posicionamento relativo estático

No posicionamento relativo estático, tanto o(s) receptor(es) do(s) vértice(s) de referência quanto o(s) receptor(es) do(s) vértice(s) de interesse devem permanecer

estacionados (estáticos) durante todo o levantamento. Neste método, a sessão de rastreio se estende por um longo período. Recomenda-se observar os valores constantes na **Tabela 4**.

Tabela 4 - Características técnicas para posicionamento relativo estático

Linha de Base (km)	Tempo Mínimo (minutos)	Observáveis	Solução da Ambiguidade	Efemérides
0 – 10	20	L1 ou L1/L2	Fixa	Transmitidas ou Precisas
10 - 20	30	L1/L2	Fixa	Transmitidas ou Precisas
10 - 20	60	L1	Fixa	Transmitidas ou Precisas
20 – 100	120	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Transmitidas ou Precisas
100 – 500	240	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Precisas
500 – 1000	480	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Precisas

3.1.1.2 Posicionamento relativo estático-rápido

O posicionamento relativo estático-rápido é similar ao relativo estático, porém, a diferença básica é a duração da sessão de rastreio, que neste caso, em geral é inferior a 20 minutos.

Por não haver necessidade de manter o receptor coletando dados no deslocamento entre os vértices, esse método é uma alternativa para os casos em que ocorram obstruções no intervalo entre os vértices de interesse.

3.1.1.3 Posicionamento relativo semicinemático (stop and go)

Este método de posicionamento é uma transição entre o estático-rápido e o cinemático. O receptor que ocupa o vértice de interesse permanece estático, porém num tempo de ocupação bastante curto, necessitando coletar dados no deslocamento entre um vértice de interesse e outro. Quanto maior a duração da sessão de levantamento com a coleta de dados íntegros, sem perdas de ciclos, melhor a precisão na determinação de coordenadas.

Como é necessário coletar dados no deslocamento entre os vértices de interesse, este método não deve ser usado em locais que possuam muitas obstruções. Como

os limites de imóveis rurais geralmente estão situados em locais nessas condições, os profissionais devem ficar atentos quanto à utilização deste método, pois os resultados em termos de precisão podem estar fora dos padrões estabelecidos no item **1.4.4**.

3.1.1.4 Posicionamento relativo cinemático

No posicionamento relativo cinemático, enquanto um ou mais receptores estão estacionados no(s) vértice(s) de referência, o(s) receptor(es) que coleta(m) dados dos vértices de interesse permanece(m) em movimento. A cada instante de observação, que coincide com o intervalo de gravação, é determinado um conjunto de coordenadas.

Este método é apropriado para o levantamento de limites de imóveis definidos por feições lineares com muita sinuosidade, porém a sua utilização em locais com muitas obstruções é limitada, conforme descrito para o método semicinemático.

3.1.1.5 Posicionamento relativo a partir de códigos

Os diferentes métodos de posicionamento relativo apresentados anteriormente pressupõem a utilização da observável fase da onda portadora. O método contemplado neste tópico refere-se ao posicionamento relativo com a utilização da observável pseudodistância a partir de códigos e a disponibilidade de coordenadas se dá por meio de pós-processamento.

Neste método também há necessidade de um ou mais receptores ocuparem vértices de coordenadas conhecidas enquanto outro(s) coleta(m) dados dos vértices de interesse. Devido a menor precisão proporcionada pela pseudodistância a partir de códigos, este método não é adequado para a determinação de coordenadas de vértices situados em limites artificiais, sendo aceito apenas na determinação de limites naturais, desde que se alcance valor de precisão dentro dos padrões estabelecidos no item **1.4.4**.

3.1.2 RTK e DGPS

O conceito de posicionamento pelo RTK (Real Time Kinematic) e DGPS (Differential GPS) baseia-se na transmissão instantânea de dados de correções dos sinais de satélites, do(s) receptor(es) instalado(s) no(s) vértice(s) de referência ao(s) receptor(es) que percorre(m) os vértices de interesse. Desta forma, proporciona o conhecimento instantâneo (tempo real) de coordenadas corrigidas dos vértices levantados.

3.1.2.1 RTK convencional

No modo convencional os dados de correção são transmitidos por meio de um link de rádio do receptor instalado no vértice de referência ao(s) receptore(s) que percorre(m) os vértices de interesse. A solução encontrada é uma linha de base única, conforme **Figura 17**.

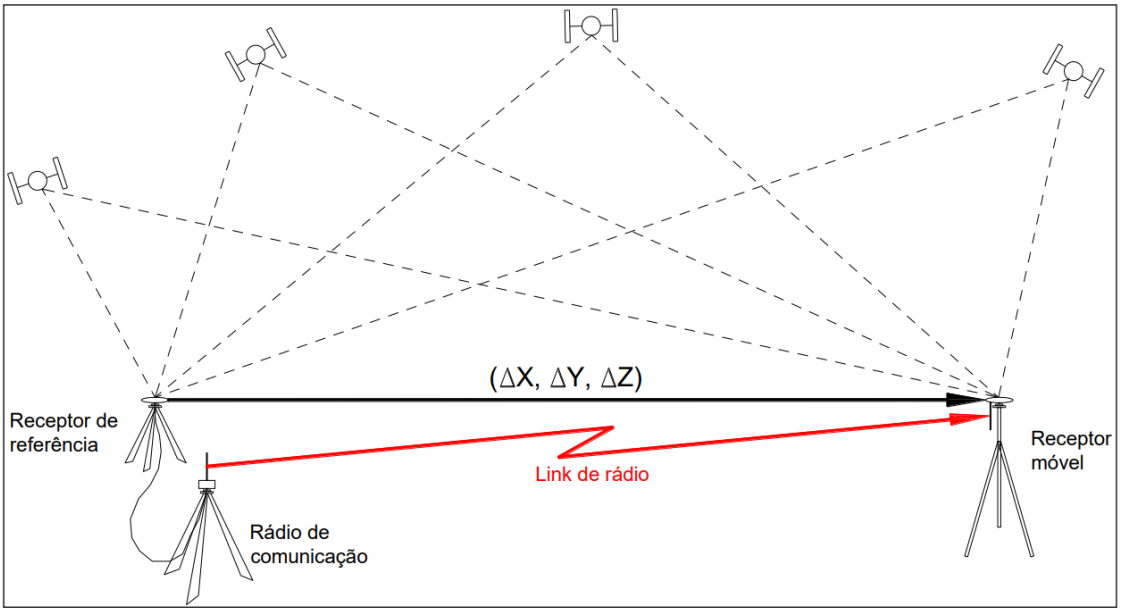

Figura 17 - RTK convencional

Um fator que limita a área de abrangência para a realização de levantamentos por RTK convencional é o alcance de transmissão das ondas de rádio. Basicamente, o alcance máximo é definido em função da potência do rádio e das condições locais em termos de obstáculos físicos.

A utilização deste método, para determinação de limites artificiais, está condicionada a solução do vetor das ambiguidades como inteiro (solução fixa).

3.1.2.2 RTK em rede

No RTK em rede, ao invés de apenas uma estação de referência, existem várias estações de monitoramento contínuo conectadas a um servidor central, a partir do qual são distribuídos, por meio da Internet, os dados de correção aos receptores móveis, conforme ilustrado na **Figura 19**.

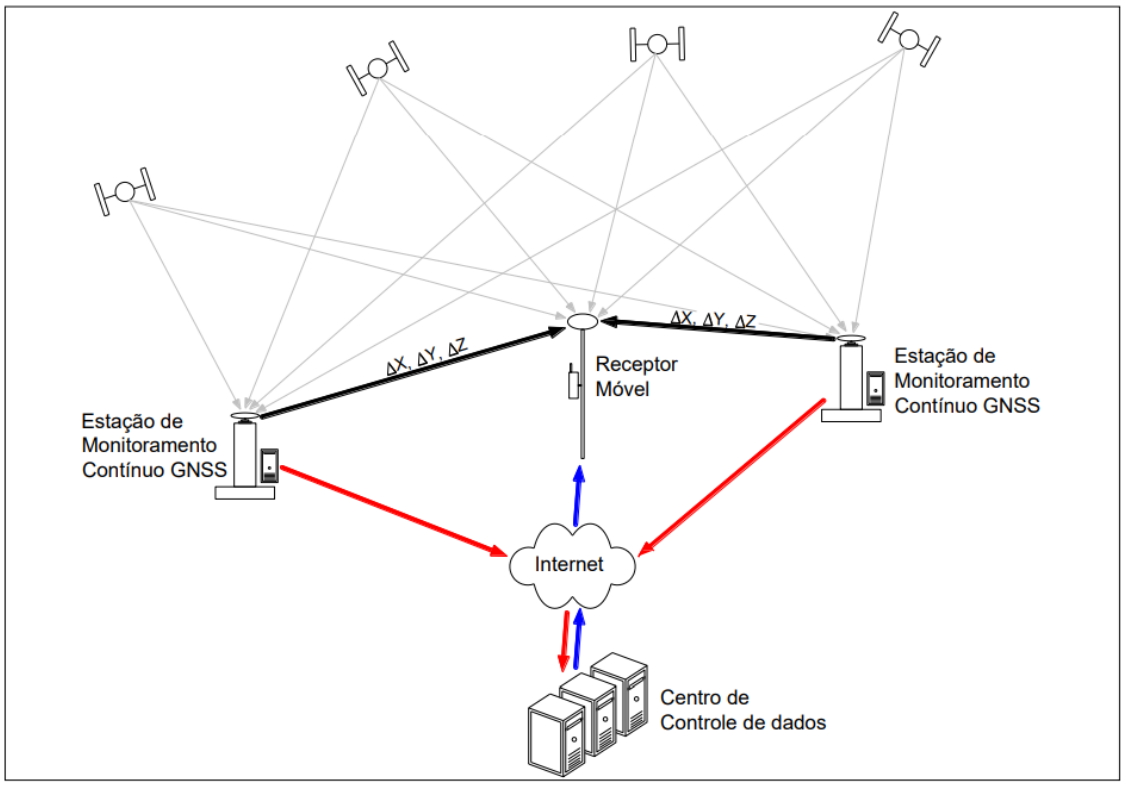

Figura 18 - RTK em rede

Com este método de posicionamento é possível obter mais de um vetor, dependendo do número de estações de referência envolvidas, e com isso efetuar o ajustamento das observações, proporcionando maior precisão e controle.

Essa tecnologia se difundiu pela disponibilidade de telefonia celular, do tipo GSM, GPRS e 3G. A limitação de aplicação dessa tecnologia é a disponibilidade de serviços de telefonia celular na área de trabalho, situação comum nas áreas rurais brasileiras.

Um serviço de RTK em rede é fornecido gratuitamente pelo IBGE, que disponibiliza dados de correção via protocolo Internet conhecido por Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP), em formato definido pelo Radio Technical Committee for Maritime Service (RTCM). A possibilidade de se efetuar posicionamento relativo cinemático em tempo real, a partir desse serviço, fica restrita a locais situados próximos às estações de referência da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC), que disponibilizam esse serviço. Mais informações em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16332-rbmc-ip-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-em-tempo-real.html?=&t=acesso-ao-produto.

3.1.2.3 Posicionamento por ponto preciso em tempo real (RTPPP)

O Posicionamento Por Ponto Preciso em Tempo Real (*Real Time Precise Point Positioning*), também conhecido como PPP RTK, é um método de obtenção das coordenadas do vértice de interesse de forma absoluta a partir de transmissões das correções do relógio e das órbitas dos satélites por uma rede geodésica global, permitindo obter as informações em tempo real com a utilização de apenas um receptor ao nível de usuário.

3.1.2.4 Differential GPS (DGPS)

O DGPS tem fundamento análogo ao RTK, porém a observável usada é a pseudodistância a partir de códigos. Portanto, este método provê precisão inferior ao RTK e sua aplicação nos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais fica restrita ao posicionamento dos vértices situados em limites naturais. O mesmo serviço citado no item **3.1.2.2** é disponibilizado para o DGPS.

3.1.3 Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Com o posicionamento por ponto preciso, as coordenadas do vértice de interesse são determinadas de forma absoluta utilizando efemérides precisas. Portanto, dispensa o uso de receptor instalado sobre um vértice de coordenadas conhecidas.

O IBGE disponibiliza um serviço on-line de PPP que processa dados no modo estático e cinemático em http://www.ppp.ibge.gov.br/ppp.htm.

3.2 POSICIONAMENTO POR TOPOGRAFIA CLÁSSICA

A topografia clássica pode ser adotada de forma isolada ou em complemento a trabalhos conduzidos por posicionamento GNSS, principalmente onde este é inviável, em função de obstruções físicas que prejudicam a propagação de sinais de satélites.

Os posicionamentos executados pelos métodos poligonação, triangulação, trilateração e triangulateração, devem permitir o tratamento estatístico das observações pelo método dos mínimos quadrados. Portanto, eles devem contemplar observações redundantes, ou seja, o número de observações deve ser superior ao número de incógnitas.

Para atender ao disposto no parágrafo anterior, os posicionamentos deverão se apoiar em, no mínimo, quatro vértices de referência, sendo dois vértices de "partida" e dois de "chegada", com exceção da poligonal do "tipo 1", que se apoia em apenas

dois vértices. Pela praticidade, os vértices de referência devem ter suas coordenadas determinadas por meio de posicionamento por GNSS.

A triangulação, trilateração e triangulateração são alternativas para serem usadas no estabelecimento de vértices de referência, a partir dos quais se determina as coordenadas dos vértices de limite, por irradiação, interseção linear ou interseção angular.

Nos próximos tópicos é feita uma breve descrição sobre cada um dos métodos de posicionamento por topografia clássica, aplicados aos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais. Nas figuras de **Figura** 19 a **Figura** 33, a cor vermelha representa os valores observados e a cor preta os valores conhecidos.

3.2.1 Estação Livre

Método onde as coordenadas do ponto de estação são determinadas a partir de distâncias e/ou direções em relação à dois ou mais pontos de apoio previamente conhecidos.

O método da estação-livre também é conhecido como "intersecção a ré" ou "ressecção espacial" nos programas internos de alguns modelos de estações-totais disponíveis no mercado.

A grande vantagem deste método é que o profissional tem a liberdade de escolher onde será posicionado o ponto de estação para o levantamento dos vértices de interesse, desde que se tenha intervisibilidade a pelo menos dois pontos previamente conhecidos.

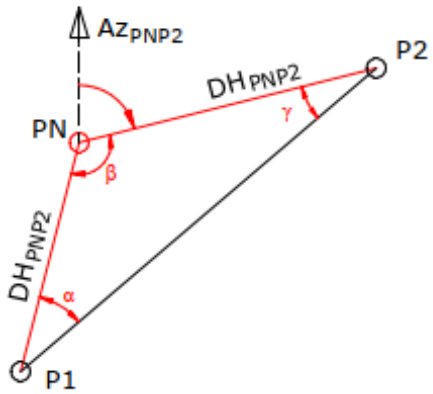

Figura 19 - Estação livre

3.2.2 Poligonação

A poligonação se baseia na observação de direções e distâncias entre vértices consecutivos de uma poligonal. A coleta de dados é realizada com a instalação de um equipamento de medição sobre um dos vértices da poligonal, deste, é observada a direção em relação ao vértice anterior (vértice "ré"), a direção ao vértice posterior (vértice "vante") e as distâncias entre os vértices.

Nos trabalhos de georreferenciamento de imóveis rurais poderá ser usado um dos três tipos de poligonais previstos no item 6.5.1 da Norma NBR 13.133/1.994 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As figuras **Figura** 20, **Figura** 21 e **Figura** 22 ilustram os tipos de poligonais.

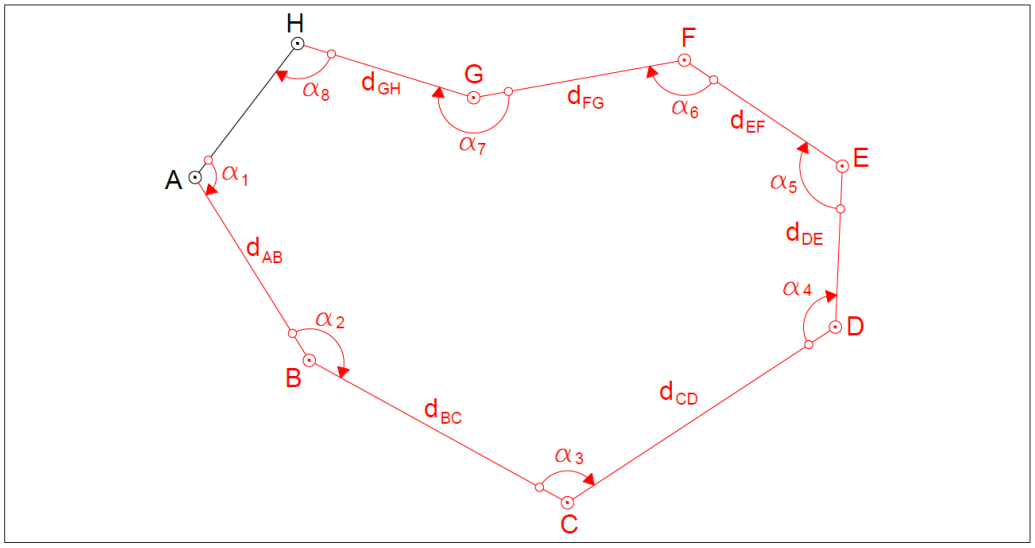

Figura 20 - Poligonal tipo "1"

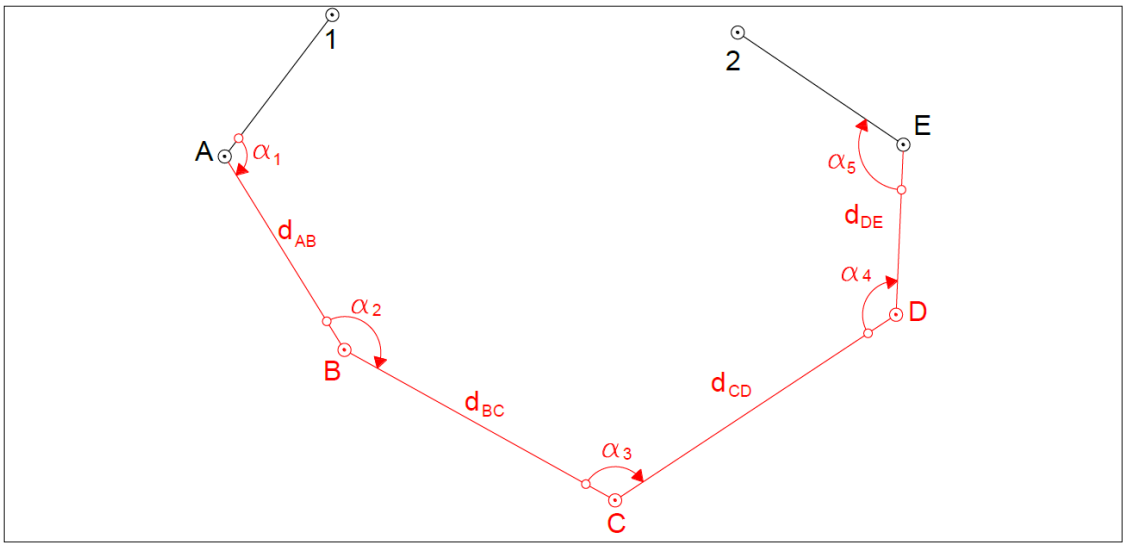

Figura 21 - Poligonal tipo "2"

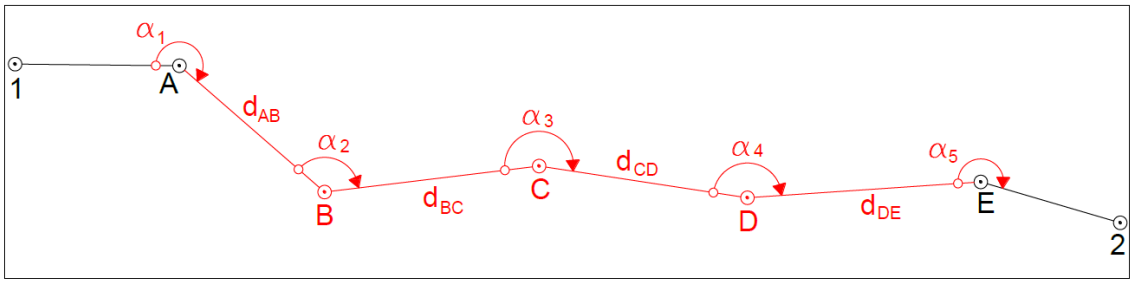

Figura 22 - Poligonal "tipo 3"

3.2.3 Triangulação

A determinação de coordenadas, a partir do método da triangulação, é obtida por meio da observação de ângulos formados entre os alinhamentos de vértices intervisíveis de uma rede de triângulos (**Figura 23**).

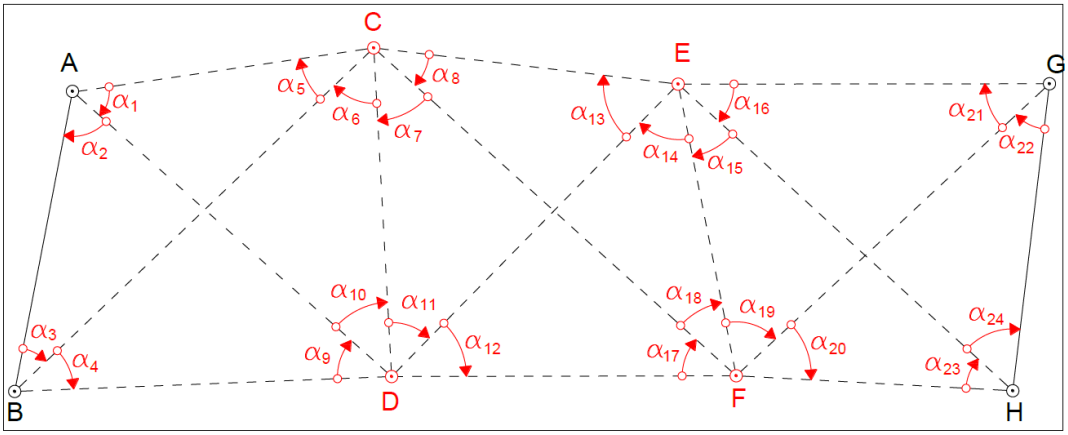

Figura 23 – Triangulação

3.2.4 Trilateração

O posicionamento por meio da trilateração é baseado na observação de distâncias entre os vértices intervisíveis de uma rede de triângulos (**Figura 24**).

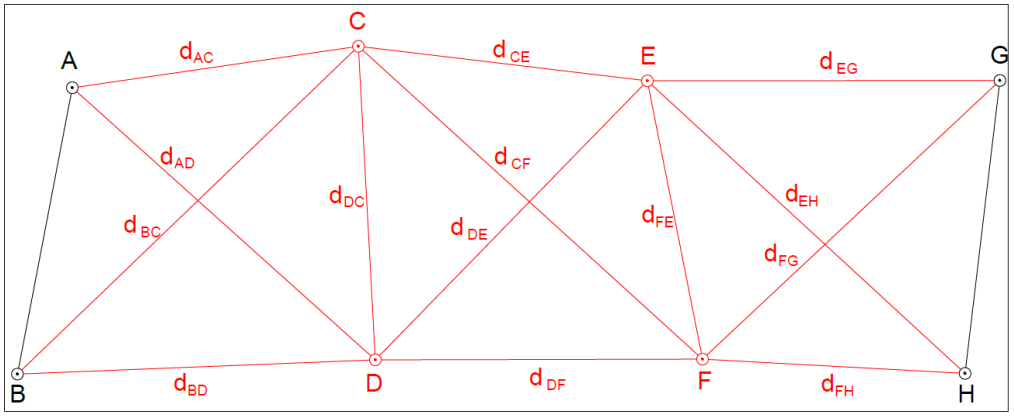

Figura 24 – Trilateração

3.2.5 Triangulateração

Na triangulateração são observados ângulos e distâncias entre os vértices intervisíveis de uma rede de triângulos (**Figura 25**).

Em função da praticidade em se medir distâncias e ângulos com estações totais, aliada à possibilidade de processamento automatizado de um grande volume de dados, a triangulateração, quando comparada com a trilateração e triangulação, se destaca por possibilitar uma melhor precisão e melhor análise estatística das observações e das coordenadas, tendo em vista o elevado número de observações redundantes.

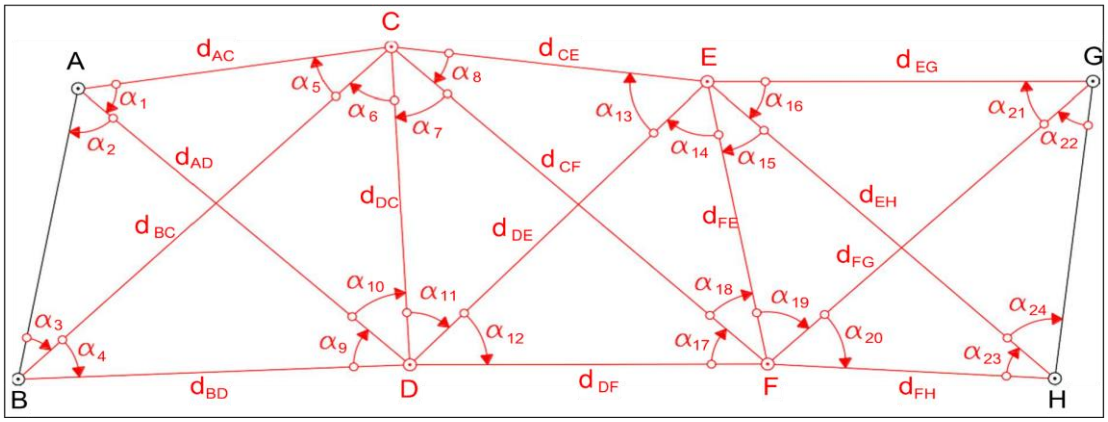

Figura 25 – Triangulateração

3.2.6 Irradiação

O método da irradiação se baseia na determinação de coordenadas a partir da observação de ângulos e distâncias ou azimutes e distâncias.

A determinação de coordenadas do ponto de interesse é realizada a partir da observação da distância entre um dos vértices conhecidos até o vértice de interesse, bem como do ângulo formado entre o alinhamento do vértice de interesse e o alinhamento dos vértices conhecidos (**Figura 26**).

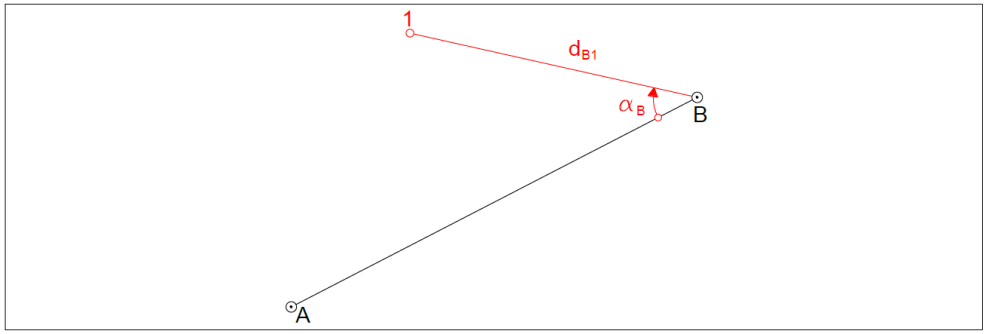

Figura 26 - Irradiação observando ângulo e distância

Também pode ser realizada a determinação por irradiação nos casos em que se observa diretamente o azimute da direção estabelecida entre o vértice conhecido e o vértice de interesse (**Figura 27**).

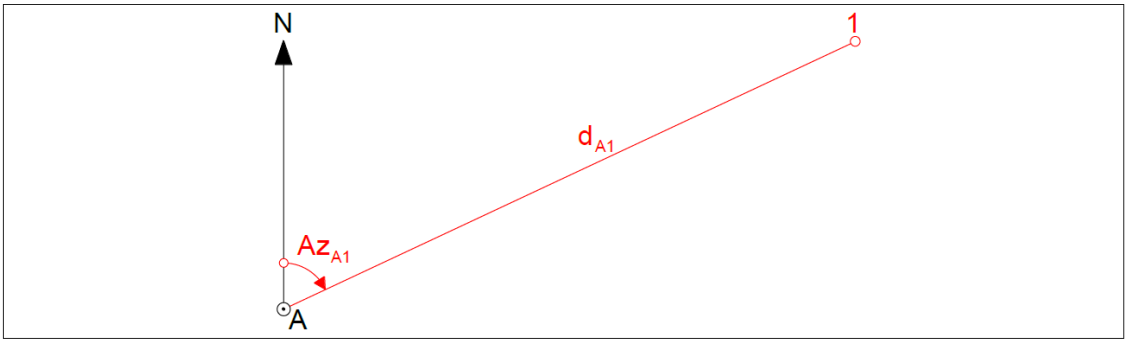

Figura 27 - Irradiação observando azimute e distância

Os vértices de coordenadas conhecidas podem ser os vértices de apoio à topografia clássica ou vértices de desenvolvimento de poligonais, triangulações, trilaterações e triangulaterações. Quando for possível é aconselhável que o vértice de interesse seja "irradiado" de mais de um vértice de referência, permitindo assim o ajustamento de observações (**Figura 28**).

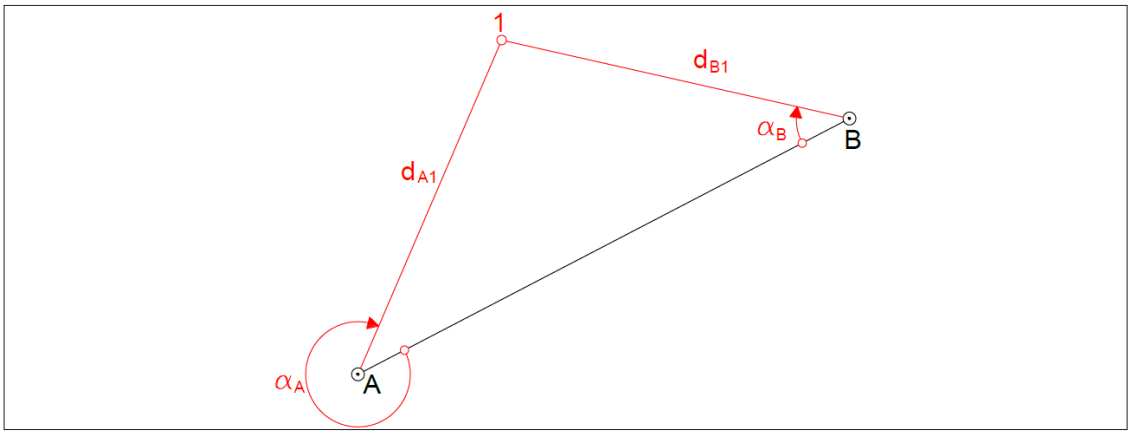

Figura 28 - Irradiação com observações redundantes

3.2.7 Interseção Linear

A determinação de coordenadas, por meio do método de interseção linear, é realizada a partir da observação das distâncias do ponto de interesse a dois vértices de coordenadas conhecidas (**Figura 29**).

Ao determinar a altitude no método da interseção linear, deverá ser atribuído ao vértice o valor da altitude média dos vértices utilizados como referência.

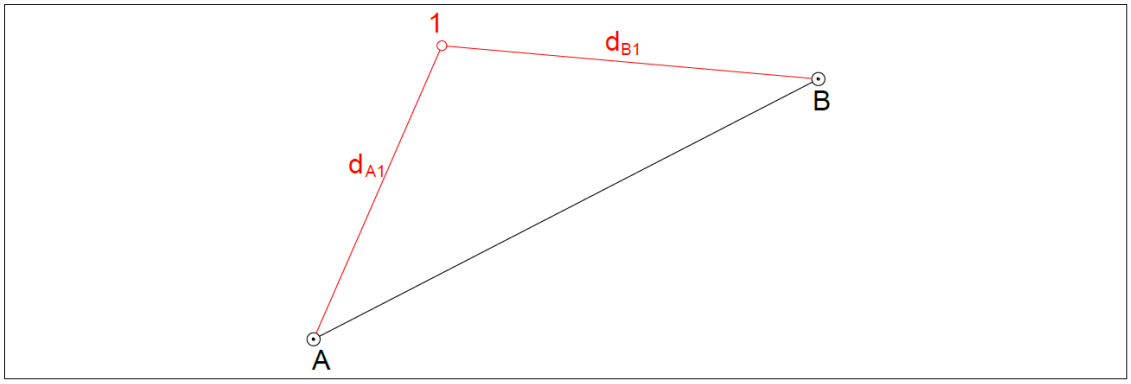

Figura 29 - Interseção linear

3.2.8 Interseção angular

A interseção angular é realizada quando se observa somente os ângulos entre os alinhamentos formados por dois vértices de coordenadas conhecidas e o vértice de interesse (**Figura 30**).

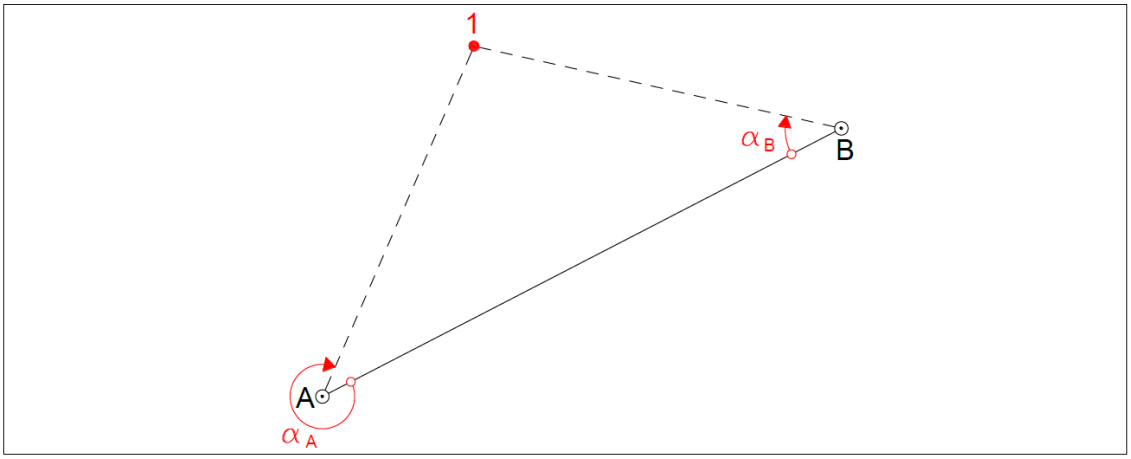

Figura 30 - Interseção angular

É interessante utilizar esse método para posicionar vértices situados em locais inacessíveis, onde é possível a observação precisa dos ângulos entre os alinhamentos.

Ao determinar a altitude no método da interseção angular, deverá ser atribuído ao vértice o valor da altitude média dos vértices utilizados como referência.

3.2.9 Alinhamento

O método do alinhamento consiste na determinação de coordenadas de um vértice que se encontra na direção definida por outros dois de coordenadas conhecidas (**Figura 31**). A única observação necessária é à distância de um dos vértices conhecidos até o vértice de interesse.

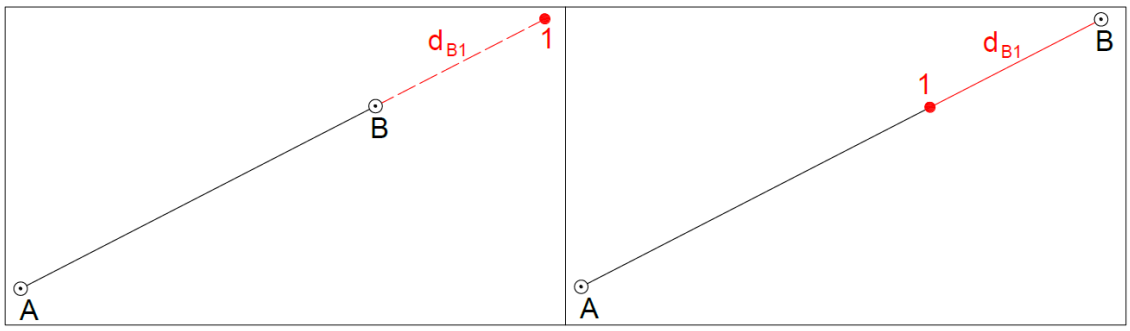

Figura 31 – Alinhamento

Recomenda-se a utilização desse método para determinação de vértices em locais onde existem obstruções físicas que impeçam o levantamento por métodos GNSS. É uma alternativa à utilização de outros métodos por topografia clássica, pois dispensa o uso de estação total, sendo necessária pelo menos duas balizas ou bastões, um prisma ortogonal e uma trena.

Ao determinar a altitude no método de alinhamento, deverá ser atribuído ao vértice o valor da altitude média dos vértices utilizados como referência.

3.3 POSICIONAMENTO POR GEOMETRIA ANALÍTICA

O posicionamento por geometria analítica se dá de forma indireta, onde as coordenadas são determinadas por cálculos analíticos a partir de vértices posicionados de forma direta.

Para minimizar a distorção nos valores de área, distância e azimute, é fundamental que o valor de altitude seja atribuído a cada um dos vértices obtidos a partir de posicionamento por geometria analítica. Na impossibilidade de obter esses valores, deverá ser atribuído a cada um o valor da altitude média dos vértices utilizados como referência para essa determinação ou extraídos posteriormente de arquivo de modelagem de terreno, tornando-o mais próximo possível do real.

Nos próximos tópicos é feita uma breve descrição sobre cada um dos métodos de posicionamento por geometria analítica, aplicados aos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais.

3.3.1 Paralela

O método da paralela consiste na determinação de coordenadas de vértices a partir de uma linha paralela a outra que teve seus vértices determinados por algum outro método de posicionamento. É necessário definir a distância de afastamento entre as linhas (**Figura 32**).

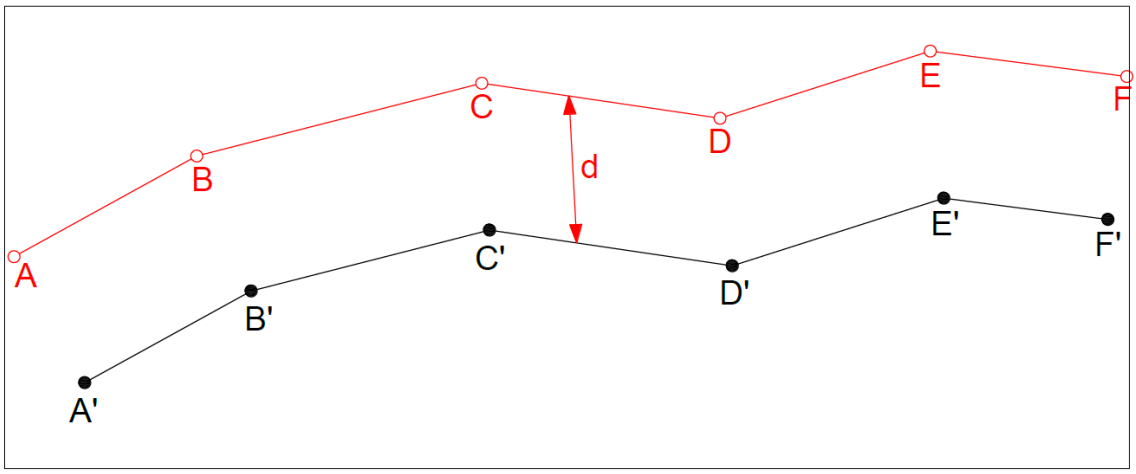

Figura 32 – Paralela

3.3.2 Interseção de Retas

As coordenadas do vértice de interesse são determinadas pela interseção de dois segmentos de retas cujos vértices são determinados de forma direta. A **Figura 33** ilustra três possibilidades de interseção entre retas.

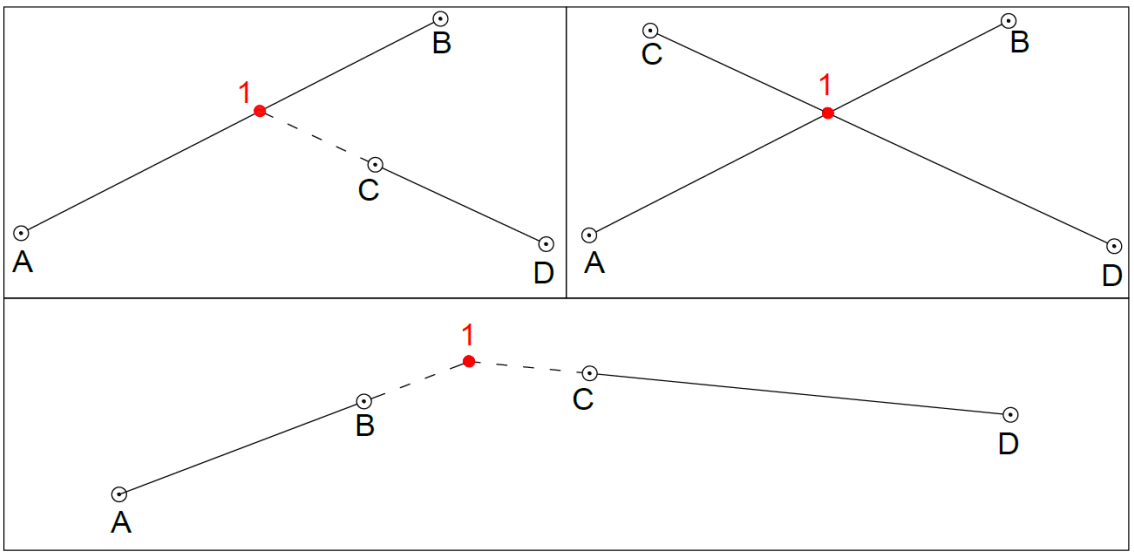

Figura 33 - Três possibilidades de interseção de retas

Ao determinar a altitude no método da interseção de retas, deverá ser atribuído ao vértice o valor da altitude média dos vértices utilizados como referência ou extraídos posteriormente de algum arquivo de modelagem de terreno, tornando-o mais próximo possível do real.

3.3.3 Projeção Técnica

O método de projeção técnica consiste na determinação das coordenadas dos vértices definidores de limites através da projeção de ângulos e distâncias contidas no

documento de domínio, quando houver, ou na digitalização de peças técnicas analógicas, quando esta for a única referência geométrica do imóvel.

Este método só poderá ser empregado em locais inacessíveis, quando não for possível aplicar outro método de posicionamento[12]. Dentre as principais aplicações para essa metodologia estão a reconstituição de imóveis inundados por reservatórios, a definição de vértices não coincidentes com linhas de cumeadas em imóveis situados em regiões de relevo escarpado ou ainda áreas com proibição de acesso por legislação ambiental.

3.4 POSICIONAMENTO POR SENSORIAMENTO REMOTO

No posicionamento por sensoriamento remoto, obtêm-se informações geométricas de elementos físicos, de forma indireta, com precisão e confiabilidade devidamente avaliadas, a partir de sensores em nível orbital ou aerotransportados.

Dentre as possibilidades de posicionamento por sensoriamento remoto, são aplicados aos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais os seguintes métodos:

a) Aerofotogrametria[13];
b) Radar aerotransportado;
c) Laser scanner aerotransportado; e
d) Sensores orbitais (satélites).

Os valores de coordenadas dos vértices obtidos por Sensoriamento Remoto poderão ser adquiridos ou produzidos através de órgão público, empresa pública ou privada e pelo próprio credenciado. Nos casos de empresa privada, credenciado ou profissional contratado, deverão ser habilitados para este fim nos respectivos.

Conselhos Profissionais e emitir documento de responsabilidade técnica (ART, TRT, dentre outros).

Quando da utilização de produtos obtidos através de aerofotogrametria, radar ou laser scanner aerotransportados, além da especialização e habilitação supramencionadas, deve-se estar devidamente habilitado pelo Ministério da Defesa e possuir homologação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

[12] Para este tipo de metodologia as precisões para σφ, σλ, σh deverão ser fixadas em 0,00 m
[13] Dentro da categoria de aerolevantamento, os levantamentos realizados com Aeronaves Remotamente Pilotadas (*Remotely Piloted Aircraft – RPA*) têm sido uma das opções mais apropriadas. São exemplos dessa categoria: VANT e DRONE.

3.4.1 Posicionamento por aerofotogrametria

Para o posicionamento com dados obtidos por aerofotogrametria deverá ser realizada a avaliação da acurácia posicional absoluta, obedecendo aos seguintes critérios:

a) O *Ground Sample Distance* - GSD deverá ser compatível com a feição a ser identificada, devendo ser respeitada a precisão do tipo de limite a ser representado;
a) Utilização de pontos de checagem/verificação, respeitando a proporcionalidade da área, geometria e relevo, objetivando atendimento ao Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais (PEC/PCD), conforme Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG) e Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais ET-ADGV, ambos da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército;
b) A classe resultante do cálculo do PEC deverá estar adequada à precisão exigida para o tipo de limite que se deseja representar;
c) Caso se utilizem pontos de controle, estes não deverão ser utilizados como pontos de checagem;
d) Para os vértices cujas coordenadas forem determinadas por aerofotogrametria, os valores de precisão posicional serão os valores de *Root Mean Square* (RMS) obtidos no processo de avaliação da acurácia posicional.

São produtos obtidos por aerofotogrametria:

a) Ortomosaico;
b) Ortofotocarta;
c) Modelo Digital de Terreno - MDT;
d) Modelo Digital de Superfície - MDS;
e) Curvas de nível.

Os produtos obtidos por aerofotogrametria poderão ser utilizados nos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais para auxiliar a identificação das feições a serem representadas, de acordo com os seguintes tipos:

a) Para as feições foto identificáveis, como, por exemplo, limites definidos por cercas, muros, estradas e ferrovias[14], cursos d'água [15], dentre outros, os produtos indicados são ortomosaicos e ortofotocartas;
b) Para as feições de difícil definição[16], como por exemplo, linhas de cumeadas, áreas alagadiças, divisor de águas, cristas de encostas, talvegues, dentre outros, os produtos indicados são os ortomosaicos e ortofotocartas, combinados com MDT, MDS ou curvas de nível;

[14] Faixas de domínio materializadas ou eixo/margem para projeção;
[15] Margens de cursos d'águas
[16] Feições naturais cujo traçado não seja perfeitamente fotoidentificável e quando o levantamento por técnicas convencionais não garantam a sua exata definição

c) Para limites inacessíveis os produtos indicados são ortomosaicos ou ortofotocartas combinados com MDT, MDS ou curvas de nível.

O posicionamento por aerofotogrametria também pode ser utilizado na determinação de vértices em limites por cerca e vértices referentes a mudanças de confrontação. Independentemente do tipo de limite, o credenciado deverá cercar-se das precauções necessárias em relação ao produto utilizado, de forma que garanta a precisão posicional definida no item **1.4.4** deste manual.

3.4.2 Posicionamento por sensores orbitais

Para o posicionamento com dados obtidos por sensores orbitais deverá ser realizada a avaliação da acurácia posicional absoluta, obtida a partir de relatório de ortorretificação.

Os produtos obtidos a partir de sensores orbitais somente poderão ser utilizados nos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais quando as feições definidoras dos limites forem identificáveis na imagem. A resolução espacial deverá ser compatível com a feição a ser identificada, devendo ser respeitadas a precisão do tipo de limite e as exigências definidas no **1.4.4** deste manual.

Para os vértices cujas coordenadas foram determinadas por sensores orbitais, os valores de precisão posicional serão os valores de *Root Mean Square (RMS)* obtidos no processo de ortorretificação.

Não se aplica o posicionamento por sensoriamento remoto na determinação de vértices tipo "M", vértices em limites por cerca e vértices referentes a mudanças de confrontação.

3.5 BASE CARTOGRÁFICA

Base cartográfica é uma fonte de informações espaciais, destinada a um fim específico, produzida por órgãos públicos.

Poderão ser admitidas, excepcionalmente, bases cartográficas produzidas por entes privados, como por exemplo empresas gestoras de usinas hidrelétricas, ferrovias, dentre outros.

Não se considera base cartográfica plantas e memoriais descritivos produzidos por outros credenciados.

Nas extremidades dessas feições, as coordenadas dos vértices deverão ser determinadas de forma direta, bem como os vértices de mudança de confrontação,

quando estes não forem representados por um limite consolidado e não constarem na base cartográfica utilizada.

A aplicação deste método ficará condicionada à precisão posicional e ao tipo de limite a ser representado, conforme resumido na **Tabela 6**.

3.5.1 Produtos Cartográficos Digitais Com Precisão Conhecida

Pode ser utilizado em todos os tipos de feições, em especial as dos tipos LN1(corpo d'água ou curso d'água), LN3(Grota), LA1(cercas) e LA3 (estradas). A base cartográfica a ser utilizada deve ser originalmente produzida nos formatos *raster* ou vetorial.

Considera-se o valor de precisão aquele correspondente à escala de representação do produto vinculado ao seu Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC.

Não é permitida a sua utilização para determinar coordenadas de vértices tipo "M".

3.5.2 Produtos Cartográficos Sem Precisão Conhecida

A utilização desta metodologia ficará restrita as feições de difícil definição[17] ou limites inacessíveis, como por exemplo, linhas de cumeadas, áreas alagadiças, divisor de águas, cristas de encostas, talvegues, dentre outros. A base cartográfica a ser utilizada não necessita ser originalmente nos formatos raster ou vetorial, possibilitando a utilização de meios analógicos ou digitalizadas.

Os usos destas bases se destinam principalmente a:

a) representação de linhas ideais de limites municipais, quando estas passarem a pertencer aos limites da parcela. O credenciado deverá levar em consideração se os extremos deste limite coincidem com vértices passíveis de determinação através de outra metodologia de obtenção direta, isto é, correspondem a barras de córregos/rios, cabeceiras de córregos/rios, cruzamentos de estradas, dentre outros. Recomenda-se a utilização das bases produzidas pelos órgãos estaduais com atribuição para definição desses limites ou, na falta destas, a Malha Municipal Digital da Divisão Político-Administrativa Brasileira, gerenciada pelo IBGE;
b) representação das linhas do preamar médio do ano de 1831 e da média das enchentes ordinárias (LMEO);
c) representação de linhas por divisor de águas, coincidentes ou não com a linha de cumeada, principalmente quando essas possuírem suaves convexidades, muitas vezes imperceptíveis visualmente, mas que têm a função de separadores de águas pluviais;

[17] Feições naturais ou artificiais cujo traçado não seja perfeitamente fotoidentificável e quando o levantamento por técnicas convencionais não garantam a sua exata definição

d) representação das linhas de inundação ou cotas de segurança, comumente utilizadas nas ações desapropriações de reservatórios de usinas hidrelétricas, principalmente quando se tratar de levantamentos antigos;
e) representação de linha de córregos, rios, ribeirões em trechos alagados e sem canal definido.

3.6 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE POSICIONAMENTO

Os vários métodos de posicionamento apresentados, juntamente com as características técnicas utilizadas para sua execução, devem garantir a precisão posicional de acordo com a aplicação do vértice. Os itens a seguir contêm os métodos de posicionamento que podem ser utilizados em diferentes situações.

3.6.1 Vértices de Apoio

Dependendo do método de posicionamento a ser usado para determinação de coordenadas dos vértices de limite, há necessidade de se apoiar em vértices de coordenadas conhecidas, tais vértices são denominados como: apoio, controle, referência ou base.

Os vértices de apoio para determinação das coordenadas dos vértices de limite podem ser aqueles que compõem o Sistema Geodésico Brasileiro[18] (SGB) ou vértices cujas coordenadas foram determinadas a partir de vértices do SGB. Neste último caso, os métodos de posicionamento que poderão ser usados na determinação de coordenadas de vértices de apoio, estão definidos no Quadro 4.

Tabela 5 - Métodos de posicionamento para vértices de apoio

Código	Método de Posicionamento
PG1	Relativo estático
PG2	Relativo estático-rápido
PG6	RTK convencional /RTPPP
PG7	RTK em rede
PG9	Posicionamento por Ponto Preciso
PT1	Poligonação
PT2	Triangulação
PT3	Trilateração
PT4	Triangulateração

[18] Somente poderão ser usados vértices do SGB referentes às estações SAT GPS (ativas ou passivas). Informações destas estações podem ser obtidas em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica.html.

3.6.2 Vértices de Limite

O item **1.4.4** deste manual, define diferentes padrões de precisão de acordo com os tipos de limites: artificiais (melhor ou igual a 0,50 m), naturais (melhor ou igual a 3,00 m) e inacessíveis (melhor ou igual a 7,50 m).

Em função do padrão de precisão, os métodos de posicionamento podem ou não ser aplicados a determinado tipo de limite. Na **Tabela 6** temos o resumo dos métodos de posicionamento, contendo os códigos atribuídos a cada método, e em quais tipos de limites eles podem ser usados.

Tabela 6 - Métodos de posicionamento para vértices de limite

Código	Método de Posicionamento	Aplicação
PG1	Relativo estático	Limite Artificial ou Natural
PG2	Relativo estático-rápido	Limite Artificial ou Natural
PG3	Relativo semicinemático	Limite Artificial ou Natural
PG4	Relativo cinemático	Limite Artificial ou Natural
PG5	Relativo a partir de códigos	Limite Natural
PG6	RTK convencional / RTPPP	Limite Artificial ou Natural
PG7	RTK em rede	Limite Artificial ou Natural
PG8	*Differential GPS* (DGPS)	Limite Natural
PG9	Posicionamento por Ponto Preciso	Limite Artificial ou Natural
PT1	Poligonação	Limite Artificial ou Natural
PT2	Triangulação	Limite Artificial ou Natural
PT3	Trilateração	Limite Artificial ou Natural
PT4	Triangulateração	Limite Artificial ou Natural
PT5	Irradiação	Limite Artificial ou Natural
PT6	Interseção linear	Limite Artificial ou Natural
PT7	Interseção angular	Limite Artificial ou Natural
PT8	Alinhamento	Limite Artificial ou Natural
PT9	Estação Livre	Limite Artificial ou Natural
PA1	Paralela	Limite Artificial ou Natural
PA2	Interseção de Retas	Limite Artificial ou Natural
PA3	Projeção Técnica	Limite Artificial ou Natural
PS1	Aerofotogrametria	Limite Artificial[19], Natural ou Inacessível
PS2	Radar aerotransportado	Limite Artificial[19], Natural ou Inacessível
PS3	Laser scanner aerotransportado	Limite Artificial[19], Natural ou Inacessível
PS4	Sensores orbitais	Limite Artificial[20], Natural ou Inacessível
PB1	Base cartográfica com precisão conhecida	Limite Artificial[19], Natural ou Inacessível
PB2	Base cartográfica sem precisão conhecida	Limite Artificial[20], Natural ou Inacessível

[19] Com exceção de vértices tipo M.

[20] Com exceção de vértices tipo M e limites por cerca.

3.7 MÉTODOS DE POSICIONAMENTO E TIPOS DE VÉRTICES

Os tipos de vértices são definidos em função da sua caracterização em campo e da forma de posicionamento (direto ou indireto), conforme definições constantes do Manual Técnico de Limites e Confrontações.

Entende-se como posicionamento direto aquele em que se ocupa diretamente o vértice de interesse com um instrumento de medição e o posicionamento indireto aquele em que não há ocupação direta do vértice por um instrumento de medição.

Na **Tabela 7** tem-se a relação entre método de posicionamento e os tipos de vértices compatíveis.

Tabela 7 - Métodos de posicionamento e tipos de vértices

Código	Método de Posicionamento	Tipo de Vértice
PG1	Relativo estático	M, P
PG2	Relativo estático-rápido	M, P
PG3	Relativo semicinemático	M, P
PG4	Relativo cinemático	P
PG5	Relativo a partir de códigos	P
PG6	RTK convencional	M, P
PG7	RTK em rede	M, P
PG8	Differential GPS (DGPS)	P
PG9	Posicionamento por Ponto Preciso	M, P
PT1	Poligonação	M, P
PT2	Triangulação	M ,P
PT3	Trilateração	M, P
PT4	Triangulateração	M, P
PT5	Irradiação	M, P
PT6	Interseção linear	M, P, V
PT7	Interseção angular	M, P, V
PT8	Alinhamento	M, P
PT9	Estação Livre	M, P
PA1	Paralela	V
PA2	Interseção de Retas	V
PA3	Projeção Técnica	V
PS1	Aerofotogrametria	V
PS2	Radar aerotransportado	V
PS3	Laser scanner aerotransportado	V
PS4	Sensores orbitais	V
PB1	Base cartográfica com precisão conhecida	V
PB2	Base cartográfica sem precisão conhecida	V

3.8 CÁLCULOS

Este item traz as formulações matemáticas para conversão de coordenadas geocêntricas para locais e para os valores das grandezas área, distância e azimute.

3.8.1 Conversão de Coordenadas Cartesianas Geocêntricas para Locais

A conversão de coordenadas cartesianas geocêntricas (X, Y, Z) para coordenadas cartesianas locais (e, n, u) é feita por meio do método das rotações e translações, conforme modelo funcional a seguir:

$$\begin{bmatrix} e \\ n \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & sen\varphi_0 & \cos\varphi_0 \\ 0 & -\cos\varphi_0 & sen\varphi_0 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} -sen\lambda_0 & \cos\lambda_0 & 0 \\ -\cos\lambda_0 & -sen\lambda_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix}$$

Onde:

- *e*, *n*, *u* = são as coordenadas cartesianas locais do vértice de interesse;
- *X*, *Y*, *Z* = são as coordenadas cartesianas geocêntricas do vértice de interesse;
- φ_0, λ_0 = são a latitude e a longitude adotadas como origem do sistema;
- X_0, Y_0, Z_0 = são as coordenadas cartesianas geocêntricas adotadas como origem do sistema. As principais aplicações são:

a) Para o cálculo de área:

O cálculo de área é feito com as coordenadas cartesianas locais referenciadas ao SGL. Deste modo, as coordenadas cartesianas geocêntricas determinadas para os vértices do limite devem ser convertidas para o SGL, usando-se a média das coordenadas da parcela em questão como origem do sistema.

b) No uso do método de posicionamento por geometria analítica:

Na determinação de coordenadas por geometria analítica, as coordenadas utilizadas como referência para os cálculos devem estar referenciadas ao SGL desta forma, caso tenham sido obtidas por posicionamento por GNSS as mesmas devem ser convertidas para coordenadas cartesianas locais, usando como origem a média das coordenadas dos vértices de referência (vértices ilustrados na cor preta – **Figura 31** e **Figura 32**).

c) Nos casos de projetos de parcelamento/desmembramento

Em projetos de parcelamento/desmembramento, as coordenadas cartesianas geocêntricas deverão ser convertidas para cartesianas locais (as coordenadas de origem do SGL deverão ser a média das coordenadas geocêntricas), permitindo a elaboração do projeto com referência nessas coordenadas, definindo áreas de parcelas bem como a geração de vértices.

Concluído o projeto, todas as coordenadas cartesianas locais deverão ser convertidas para cartesianas geocêntricas, devendo utilizar como coordenada de origem a mesma usada no parágrafo anterior (conforme formulação matemática contida no item **3.8.2**).

3.8.2 Conversão de Coordenadas Cartesianas Locais para Geocêntricas

A conversão de coordenadas cartesianas locais para coordenadas geocêntricas é realizada conforme o seguinte modelo funcional:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -sen\lambda_0 & -\cos\lambda_0 & 0 \\ \cos\lambda_0 & -sen\lambda_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & sen\varphi_0 & -\cos\varphi_0 \\ 0 & \cos\varphi_0 & sen\varphi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e \\ n \\ u \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}$$

A principal aplicação dessa conversão se dá quando se utiliza métodos de posicionamento por topografia clássica[21]. A seguir será apresentada a sequência de cálculos:

a) Determinar as coordenadas cartesianas geocêntricas dos vértices de apoio;
b) Converter as coordenadas cartesianas geocêntricas dos vértices de apoio para cartesianas locais, conforme equação expressa no item **3.8.1** e, usando como origem do sistema, a média das coordenadas geocêntricas destes vértices;
c) De posse das observações topográficas (ângulos e distância), efetuar o cálculo (processamento e ajustamento) para determinação das coordenadas cartesianas locais dos vértices;
d) Converter as coordenadas cartesianas locais para geocêntricas conforme equação expressa neste item e usar como origem do sistema o mesmo valor de coordenadas do item b.

[21] Para fins desse manual, desconsideram-se as possíveis distorções acarretadas pela não coincidência entre o plano topográfico obtido no posicionamento por topografia clássica (perpendicular à vertical) e aquele usado no SGL (perpendicular à normal ao elipsoide).

A **Figura 34** ilustra um ponto sobre a superfície terrestre associado ao Sistema Geodésico Local (SGL) e ao Sistema Geocêntrico.

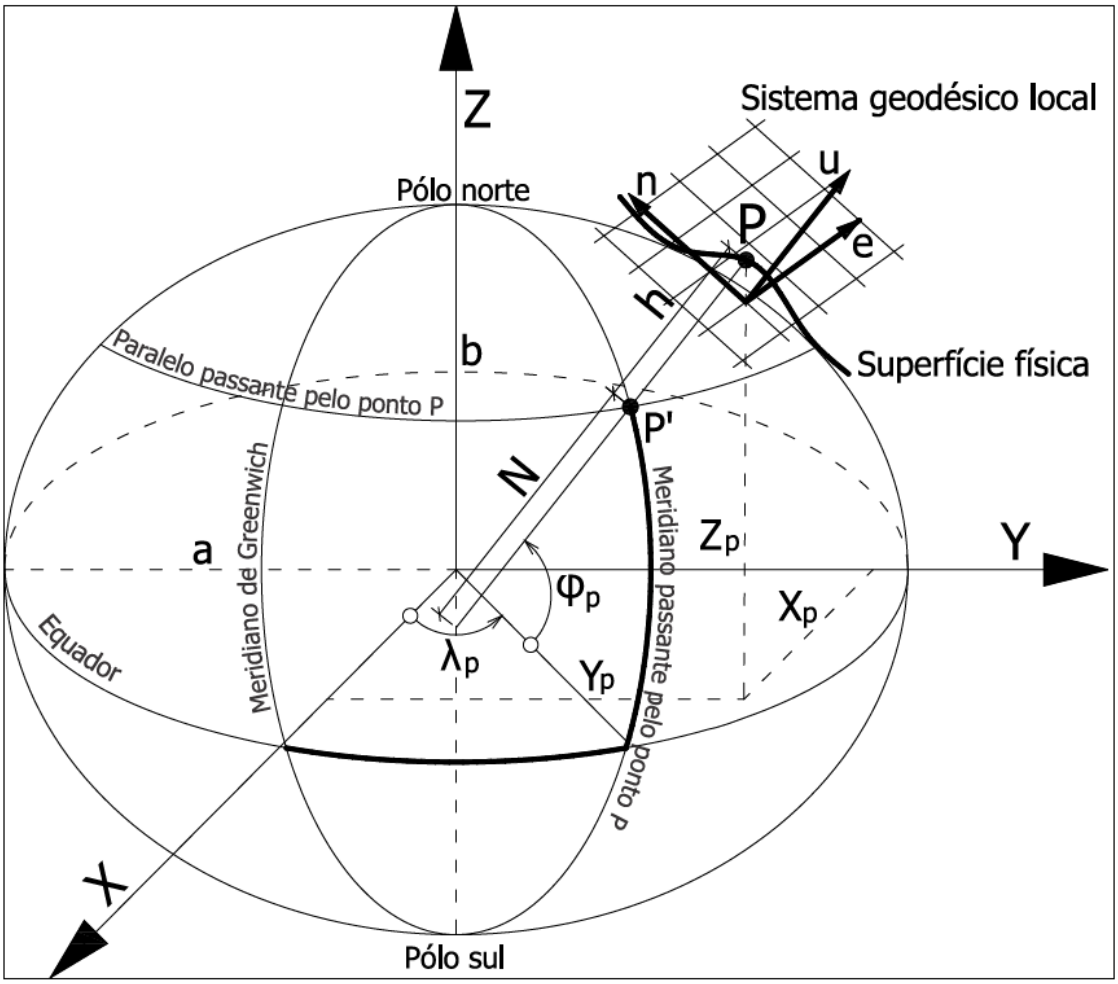

Figura 34 - Sistema Geodésico Local e Sistema Geocêntrico

3.8.3 Área

O cálculo de área deve ser realizado com base nas coordenadas cartesianas locais referenciadas ao SGL. Desta forma, os resultados obtidos expressam melhor a realidade física[22], quando comparados aos valores referenciados ao Sistema UTM, que era adotado anteriormente.

O cálculo de área deve ser realizado pela fórmula de Gauss, com base nas coordenadas cartesianas locais (e, n, u) e expresso em hectares.

[22] As distorções nos valores de área se tornam maiores na medida em que as parcelas aumentam sua superfície.

3.8.4 Distância horizontal

O valor da distância horizontal deve ser expresso em metros. O cálculo deve ser realizado conforme a seguinte equação:

$$d_h = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2 + (Z_A - Z_B)^2 - (h_A - h_B)^2}$$

Onde:

- *dh* = distância horizontal*;*
- *X, Y, Z* = coordenadas cartesianas geocêntricas*;*
- *h* = altitude elipsoidal*.*

3.8.5 Azimute

O cálculo de azimute deve ser realizado conforme formulário do Problema Geodésico Inverso segundo Puissant e o valor deve ser expresso no sistema sexagesimal.

4 GUARDA DE PEÇAS TÉCNICAS E DOCUMENTAÇÃO

Todo o material utilizado para determinação das informações posicionais deve ser arquivado e mantido sob a guarda do credenciado. Também deve ser disponibilizado cópia dos arquivos ao contratante dos serviços. Faz-se necessária a manutenção desse material para sanar possíveis dúvidas ou divergências quanto aos valores de coordenadas e precisões apresentados pelo credenciado, bem como para os casos de auditoria, verificação de desmembramentos/remembramentos, dentro outros. Tais informações poderão ser requeridas pelo INCRA, quando julgar necessário.

Dentre os materiais utilizados, devem ser considerados:

a) Cópia da certidão da matrícula ou transcrição do imóvel;

b) Cópias das certidões das matrículas ou transcrições dos imóveis confrontantes;

c) Cópias de títulos de domínio. Exemplo: escritura públicas de compra e venda, formal de partilha, carta de arrematação, sentença de usucapião, dentre outros.

d) Cópias de peças técnicas (plantas, memoriais, cadernetas de campo, dentre outros) relacionadas ao imóvel e/ou confrontantes;

e) Cópias de peças técnicas existentes em órgãos oficiais que tratam de limites de imóveis.

f) Arquivos brutos GNSS (em formato RINEX e nativo);

g) Arquivos de registro de dados GNSS/RTK (arquivo de trabalho);

h) Relatórios de processamento e ajustamento de posicionamento por GNSS;

i) Cadernetas de campo (digitais ou analógicas);

j) Relatórios de processamento e ajustamento de dados de posicionamento por topografia clássica;

k) Imagens orbitais e/ou aéreas, georreferenciadas e ortorretificadas em formato de arquivo compactado;

l) Relatórios de processamento do levantamento aéreo bem como os relatórios de processamento e ajustamento dos pontos de controle, quando utilizados, e pontos de checagem/verificação utilizados, com suas respectivas monografias;

m) Relatório de controle e qualidade posicional (avaliação da acurácia posicional absoluta);

n) Licença, habilitação e homologação, o que couber, das agências e órgãos reguladores para a execução aerofotogramétrica;

o) Relatório de processamento e ajustamento de imagens, contendo modelo digital do terreno, pontos de controle, dentre outros;

p) Anotação de responsabilidade técnica da empresa executora do trabalho de sensoriamento remoto, caso não tenha sido o credenciado o responsável técnico;

q) Base cartográfica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O profissional deve sempre priorizar o levantamento in loco dos vértices, independente das técnicas utilizadas, para garantir que o imóvel rural que se pretende medir está de acordo com o título de domínio correspondente.

O levantamento das estradas e cursos d'água, por não haver procedimento consolidado junto aos registradores de imóvel, deverá obedecer à recomendação do oficial de registro da jurisdição de localização do imóvel.

Quando um imóvel estiver localizado em mais de um município e o proprietário desejar dividi-lo de acordo com o município de localização, recomenda-se consulta prévia aos cartórios de registro de imóveis competentes.

Qualquer situação não prevista neste manual, deverá ser levada à consulta do Comitê Regional de Certificação da Superintendência da jurisdição de localização do imóvel.